Pêches et Océans | Fisheries and Oceans

RAPPORT DE PROJET

Direction des opérations
Région du Québec

Canada

MINISTÈRE DES PÊCHES ET DES OCÉANS
Région du Québec
Division du développement technologique,
industriel et des infrastructures

RAPPORT 17

CONCEPTION D'UN NOUVEAU TYPE DE DRAGUE À PÉTONCLES ("CAYENNE") ET ESSAIS COMPARATIFS AVEC LA DRAGUE "DIGBY"

Ce rapport a été produit par une firme de consultants et financé en tout ou en partie par la Direction des services économiques et du développement, région du Québec. Les vues et conclusions exprimées dans ce document sont celles du contractant et ne représentent pas nécessairement celles du Ministère.

RESPONSABLE DU PROJET: Richard Chénier TÉL.: (418) 962-6314

CONTRACTANT (adresse): BIO-CONSEIL (Laurier Hovington)
2065, boul. Charest Ouest
Local 119
Ste-Foy (Québec)
G1N 2G9
Tél.: 681-6931

Ce rapport ne peut être cité sans l'approbation du directeur de la Direction.

1 9 8 6

(c) Ministre des Approvisionnements et Services Canada - 1986
Numéro de catalogue FS 67-2/1-17 F
ISBN 0-662-93970-0

Publié par:

Ministère des Pêches et des Océans
Division du développement technologique,
industriel et des infrastructures
Gare maritime Champlain
901, Cap-Diamant
C.P. 15500
Québec (Québec)
G1K 7Y7

TABLE DES MATIERES

Page

LISTE DES TABLEAUX iii
LISTE DES FIGURES v
INTRODUCTION 1

MATÉRIEL ET MÉTHODES 2
1. Engins de pêche 2
2. Méthode de pêche 3
3. Méthode expérimentale 4
4. Zones de pêche 6

RÉSULTATS DES ESSAIS COMPARATIFS 7
1. Expérience 1: essai du prototype initial 8
2. Expérience 2: allégement de la drague Cayenne 8
3. Expérience 3: élimination des patins 9
4. Expérience 4: addition de chaînes dans l'ouverture de la drague 10
5. Expérience 5: élimination des chaînes parallèles entre la chaîne de dragage et le panier 11
6. Expérience 6: Diminution du poids de la drague Cayenne 12
7. Corrélation entre le rendement relatif et le volume de débris accumulé dans les dragues 13
8. Efficacité en fonction de la vitesse de dragage 14
9. Sélectivité 16
10. Pétoncle géant 17
EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE 17
DISCUSSION ET CONCLUSIONS 22
REMERCIEMENTS 26
BIBLIOGRAPHIE 27
ANNEXE PHOTOGRAPHIQUE .....

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 1: Comparaison des caractéristiques des dragues Cayenne et Digby 29

Tableau 2: Comparaison du rendement commercial relatif et du rapport du volume de débris des dragues Cayenne et Digby selon que la première drague est devant ou derrière la seconde 30

Tableau 3: Comparaison des rendements du prototype initial de la drague Cayenne (C1A) et de la drague Digby (D) 31

Tableau 4: Comparaison des rendements du prototype de la drague Cayenne allégée (C1B) et de la drague Digby (D) 32

Tableau 5: Comparaison des rendements obtenus en coupant de moitié (C1C) et en éliminant (C1D) les patins sur la drague Cayenne et ceux obtenus avec la drague Digby (D) 33

Tableau 6: Comparaison des rendements obtenus avec trois prototypes de drague Cayenne munis de chaînes en travers de la gueule (C1E, C1F, C1G) et ceux obtenus avec la drague Digby (D) 34

Tableau 7: Comparaison des rendements obtenus avec des trains de trois dragues composés de dragues Cayennes sur lesquelles les chaînes entre la chaîne de dragage et le panier ont été éliminées (C1H) et de ceux obtenus avec la drague Digby (D). C1H: une drague du prototype C1H avec deux prototypes C1B de chaque côté; C1I: trois prototypes C1H 36

LISTE DES TABLEAUX (suite)

Page

Tableau 8: Rapport des rendements de la Cayenne et de la Digby obtenus avec les prototypes 1B et 1H dans les zones 1 et 3 38

Tableau 9: Moyennes des rendements obtenus dans les expériences 2 à 5. Tous les rendements sont pour un train de trois dragues 39

Tableau 10: Comparaison des rendements de la petite drague Cayenne (C2A et C2B) et de la drague Digby (D) 40

Tableau 11: Rapports des moyennes de rendements obtenus avec les prototypes C2B et C1I dans les zones 1 et 3 42

Tableau 12: Résultats de capture du pétoncle géant pour l'ensemble des essais comparatifs 43

Tableau 13: Signification des symboles de la Figure 10 et des équations dans le texte 44

Tableau 14: Avantages et désavantages des dragues Cayenne par rapport à la drague Digby 45

LISTE DES FIGURES

Page

Figure 1: Plan de la drague Digby (D) 46

Figure 2: Plan du prototype initial (C1A) de la drague Cayenne 47

Figure 3: Histogrammes de fréquence de taille du pétoncle d'Islande capturé dans les trois zones (données des deux types de drague combinées). 48

Figure 4: Localisation des zones de pêche expérimentale 49

Figure 5: Plan de la drague Cayenne légère (C2B) 50

Figure 6: Évolution du nombre de pétoncles d'Islande capturés par km dragué (PUD) en fonction de la vitesse de la drague Cayenne (C1I) et de la drague Digby (D) dans la zone 1 51

Figure 7: Évolution du nombre de pétoncles d'Islande capturés par km dragué (PUD) en fonction de la vitesse de la petite (C2B) et de la grosse (C1I) drague Cayenne et de la drague Digby (D) dans la zone 3. 52

Figure 8: Évolution du nombre de pétoncles d'Islande capturés par 10 min de dragage (PUE) en fonction de la vitesse de la grosse drague Cayenne (C1I) et de la drague Digby (D) dans la zone 1. 53

Figure 9: Évolution du nombre de pétoncles d'Islande capturés par 10 min de dragage (PUE) en fonction de la vitesse de la petite de la petite (C2B) et de la grosse (C1I) drague Cayenne et de la drague Digby (D) dans la zone 3. ... 54

LISTE DES FIGURES (suite)

Page

Figure 10: Histogramme de fréquence de la taille des pétoncles d'Islande capturés par la petite drague Cayenne (C2B) et de la drague Digby (D) dans la zone 3. 55

Figure 11: Histogramme de fréquence de la taille des pétoncles d'Islande capturés par la grosse drague Cayenne (C1I) et de la drague Digby (D) dans la zone 3 excluant les échantillons provenant du nord de cette zone 56

Figure 12: Histogramme de fréquence de la taille des pétoncles d'Islande capturés par la grosse drague Cayenne (C1I) et de la drague Digby (D) dans la partie nord de la zone 3 57

Figure 13: Évolution de la vitesse de la petite drague Cayenne (C2B) et de la drague Digby (D) en fonction de l'état de la marée lorque le navire avance à révolution constante du moteur (11,000 à 12,000 rpm) en direction ouest (-> ouest) et en direction est (<- est) dans la zone 3 58

Figure 14: Relation entre la tension dans le câble de traction et la vitesse des dragues Cayenne (C2B) et Digby (D) lorsque le navire avance à révolution constante du moteur (11,000 à 12,000 rpm) dans la zone 3 59

Figure 15: Schéma des forces en jeu sur le bateau et sur la drague 60

INTRODUCTION

Au Québec, les principales régions où se pratique la pêche commerciale du pétoncle sont, les Iles-de-la-Madeleine, le comté de Duplessis sur la Côte-Nord et celui de Bonaventure, dans la Baie-des-Chaleurs. L'engin de pêche traditionnellement utilisé est une drague côtière de type "Digby". Elle est opérée à partir de bateaux de la catégorie des 12-14 m(40-45'). La drague Digby est caractérisée par une gueule formée d'un cadre métallique rigide et muni de dents qui raclent le fond.

Dans le secteur du Havre-Saint-Pierre sur la Basse Côte-Nord, il existe une pêche sportive au pétoncle. Elle se pratique à partir de petites embarcations d'environ 5 m (15') munies d'un moteur hors bord. Pour cette activité, les pêcheurs locaux ont développé différents modèles de dragues légères, faciles à tirer sur le fond et dont le rendement semble intéressant. C'est ainsi qu'a été conçu une drague dite "Cayenne" qui, contrairement à la Digby, est caractérisée par une gueule munie de chaînes de dragage. La mise au point de ce modèle à des fins commerciales pourraient s'avérer très prometteuse pour les pêcheurs commerciaux de pétoncles. Bio-Conseil inc. a reçu du ministère des Pêches et des Océans (MPO) le mandat de concevoir et de construire une drague commerciale de type Cayenne, de la mettre au point et d'en évaluer les rendements énergétiques et commerciaux. La drague Cayenne devait être utilisée dans les conditions représentatives de la pêche au pétoncle qui se pratique dans le secteur de Havre-Saint-Pierre et devait être comparée à la drague Digby. Le présent rapport fournit les plans précis des engins de pêche et

donne des résultats des essais comparatifs réalisés avec les deux modèles de dragues.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Engins de pêche

Drague Digby

L'engin de pêche qui a servi de témoin pour l'évaluation de la drague expérimentale est la drague traditionnelle de type Digby. Elle est présentée à la Figure 1. Pour ce type de drague, le raclage du fond est assuré par un cadre métallique muni de dents espacées de 5 cm (2 po) (Tabl. 1). Le poids d'un train de pêche complet avec trois paniers est de 205 kg (450 lbs). Un seul panier pèse environ 56,8 kg (125 lbs) et les dimensions de la gueule sont de 9,3 cm (30 po) de largueur et 3,1 cm (10 po) de hauteur. Les anneaux métalliques de la poche sont reliés entre eux par des rondelles d'acier qui résistent au frottement sur le fond.

Drague Cayenne

La drague Cayenne, comme la Digby, est conçue de façon à pouvoir travailler adéquatement quelque soit le côté sur lequel elle tombe sur le fond. La gueule de la drague est constituée de deux plaques métalliques triangulaires sur les côtés réunies à leur pointe et en leur centre par deux barres transversales. Des patins sont soudés de chaque côté de ces plaques, en haut et en bas. Une lourde chaîne de dragage transversale est fixée sur la lame des

patins. Le panier, fabriqué du même matériel que celui de la drague Digby, est attaché aux triangles sur chaque côté. Sur la partie supérieure et inférieure de la gueule, le panier est attaché à une petite chaîne transversale elle-même reliée aux coins arrières des triangles. Une série de courtes chaînes placées entre la chaîne de dragage et le panier doivent en théorie laisser passer une bonne partie du matériel et ainsi empêcher la formation d'un remblai de débris à l'entrée de la drague.

Les dimensions de la drague Cayenne sont supérieures à celles de la Digby. La gueule d'un panier mesure 91,5 cm (36 po) de largeur par 35,5 cm (14 po) de hauteur. Le poids d'un train de 3 paniers est d'environ 432 kg (950 lbs) soit plus de deux fois celui de la drague Digby.

2. Méthode de pêche

Les essais ont été réalisés sur un dragueur à pétoncles de 40' équipé d'une échosondeuse et d'un système de positionnement "Loran C". Le navire possède deux potences qui permettent l'utilisation simultanée de deux trains de 3 dragues chacun. La table arrière du bateau sur laquelle sont déposées les dragues a une largeur de 3,1 m (120 po) soit un peu plus que la largeur des trains de 3 dragues. Le mouillage des engins se fait par l'arrière en utilisant le câble du mât de charge. Il s'agit alors de laisser filer le câble de traction jusqu'à ce que celui-ci ait atteint une longueur équivalant à environ 2,5 fois la profondeur de l'eau. Lorsque les trains sont composés de 2 (3 paniers/dragues), ceux-là sont touées à environ 5,5 m (3 br) l'un en arrière de l'autre afin d'éviter leur emmêlement. Pour les essais avec seulement une

drague par train cette précaution n'était pas nécessaire et les dragues furent tirées côte-à-côte. La durée des essais comparatifs fut d'environ dix minutes, soit la même durée que pour la pêche commerciale. Elle correspond au temps que prend habituellement la drague Digby pour se remplir aux trois quarts.

A chaque essai, la révolution du moteur fut ajustée de façon à obtenir une vitesse de dragage efficace, en tenant compte du nombre de paniers sur les dragues, ainsi que de la vitesse et de la direction du courant par rapport au bateau.

A la fin du trait, le câble de traction fut enroulé sur le tambour et les trains de drague furent hissés à tour de rôle sur la table de tri à l'aide du câble de mat de charge. La vidange des dragues se faisait en les hissant par le cul au-dessus de la table avec le même câble. Les pêcheurs vident normalement les deux trains pour remettre rapidement les engins en opération avant de commencer le tri. Pour les essais comparatifs, les deux trains ont été vidés et triés séparément, les deux engins n'étant remis en opération qu'après avoir vidé le deuxième train.

3. Méthode expérimentale

Pour les essais comparatifs, le train de dragues cayennes était toujours mis à l'eau avec un train de dragues Digby à ses côtés. On veillait à ce que la position relative des dragues (à babord ou à tribord et en avant ou en arrière) alterne de façon régulière. L'heure et la position du début et de la fin de chaque trait étaient enregistrées ainsi que la profondeur pendant le

trait et la direction du courant par rapport à celui du bateau. A la remontée, il fallait dénombrer les pétoncles (à l'espèce) et les autres organismes benthiques (au genre ou à l'espèce) à l'exception des oursins et des ophiures qui étaient généralement trop abondants pour permettre un dénombrement rapide. Le volume des débris était évalué de visu et le type de sédiments présents dans la drague était noté. Pour certains traits, la hauteur des pétoncles d'Islande a été mesurée à l'aide d'un vernier à coulisse.

Puisque les pétoncles n'ont été mesurés que pour quelques essais comparatifs, le rendement commercial (poids de muscles) a été calculé en multipliant le total des captures par le poids moyen du muscle des pétoncles. Pour cela, il convenait d'abord de vérifier s'il existait des différences de taille des pétoncles entre les diverses zones. La comparaison des histogrammes de fréquence de taille du pétoncle d'Islande dans les trois zones (Fig. 3) a révélé qu'il n'y a pas d'écart significatif ($P > 0,05$) entre les zones. Le poids moyen des pétoncles a donc été maintenu constant pour l'ensemble de l'aire de pêche. Par contre, comme l'indique la Section 3.9, la taille moyenne des pétoncles varie avec le type d'engin de pêche utilisé. Le poids moyen du muscle a été calculé en appliquant à la distribution de taille obtenue pour chaque type d'engin la relation hauteur-poids établie par Poirier (1976):

$$\text{Ln} \left(\frac{\text{pds du muscle}}{\text{(g)}} \right) = 2,89 \, [\, \text{Ln (mm)} \,] - 10,16$$

Le poids moyen du muscle d'un pétoncle dans le cas de la drague Digby est de 16,9 g tandis que pour les différents prototypes de la drague Cayenne, il était de 17,7 g avec peu de variation selon le prototype.

Trois autres variables ont été étudiées en détails, soit l'évaluation du volume de débris (matière inerte), le nombre total d'étoiles de mer (toutes les Astérides) et le nombre de concombres de mer. Ces deux dernières variables ont peu d'intérêt pour les pêcheurs, mais pour l'expérience, elles peuvent donner des indications intéressantes sur le comportement de la drague parce que les deux types d'organismes considérés sont relativement immobiles par rapport à la drague et se retrouvent à la surface des sédiments.

4. Zones de pêche

Les essais ont été réalisés au sud-ouest de Havre-Saint-Pierre, dans trois zones distinctes (Fig. 4). Elles correspondent à des zones de pêche commerciales reconnues par les pêcheurs et qui ont été identifiées par Bernier et Poirier en 1979. La Zone 1 est située au nord de l'Ile Quarry à des profondeurs variant entre 30 et 45 m (17 à 25 br). La Zone 2 est localisée au nord de l'Ile Niapiscau à des profondeurs de 18 à 27 m (10 à 20 br). La Zone 3 est située à environ 3 milles au large des îles Quarry et Niapiscau et les profondeurs y atteignent entre 40 et 50 m (22 et 27 br). Ces sites ont été choisis de façon à effectuer les essais sur une variété de fonds plus ou moins accidentés avec une granulométrie diversifiée. Toutes les zones sont caractérisées par un fond rocheux avec absence apparente de sable. La zone 2 a le relief le plus accidenté avec la présence d'affleurements rocheux ou bien de très grosses roches et une grande abondance de pierres de plus de 20 cm (8 po). En contraste, la zone 3 est caractérisée par un fond régulier recouvert de coquilles de pétoncles vides, de gravier et de galets. La zone 1 a des singularités intermédiaires aux deux autres. Les courants dans la région sont rela-

tivement intenses avec un va et vient des marées orienté parallèlement à la côte.

RÉSULTATS DES ESSAIS COMPARATIFS

Au total, 179 essais comparatifs ont été réalisés du 23 octobre au 12 novembre 1985. Au fur et à mesure du déroulement des travaux et à la suite des observations faites en mer, une série de modifications et d'ajustements de la drague Cayenne ont eu lieu.

Les pétoncles capturés étaient en très grande majorité de l'espèce Chlamys Islandica. Dans l'analyse qui suit, à moins de préciser qu'il en est autrement, le mot "pétoncle" renvoie à cette espèce uniquement.

Avant de décrire les résultats des différentes expériences réalisées, il fallait vérifier si la position relative (avant-arrière) des dragues Cayenne et Digby sur le fond avait un effet significatif sur le rendement relatif des dragues. Pour cela, il convenait de comparer le rapport du rendement de la drague Cayenne et de la Digby lorsque cette dernière était derrière la Cayenne à celui obtenu lorque la drague Digby était devant l'autre. Les données recueillies proviennent d'essais comparatifs effectués dans les zones 1 et 3. Les résultats présentés au Tableau 2 montrent que la position relative des deux dragues n'a pas d'effet significatif sur leur rendement commercial et sur l'accumulation de débris dans les dragues. La comparaison des deux types de dragues peut donc être faite en utilisant le test de comparaison par paires (Snedecor et Cochran, 1968).

1. Expérience 1: essai du prototype initial

Cinq (5) essais comparatifs ont été poursuivis dans la zone 2 avec un train de pêche composé d'un seul panier du type 1A (prototype intial). Les résultats des essais sont exposés au Tableau 3. Dans cette expérience, le volume de débris accumulés dans les dragues n'a pas été quantifié. Les résultats montrent que le rendement commercial des deux dragues n'est pas différent, mais que la drague Cayenne a capturé plus d'étoiles de mer que la Digby. Pour ce qui est des concombres de mer, leur nombre est trop faible pour avancer des conclusions.

Il fut aussi observé que la drague Cayenne remontait plus de débris de grande taille que la Digby et, au cours de deux essais, la première a accroché solidement le fond ce qui a nécessité l'arrêt et le recul du navire afin de la dégager. A l'exception des accrochages, le câble tirant la drague Cayenne vibrait moins que celui de la Digby.

2. Expérience 2: allégement de la drague Cayenne

Afin de diminuer les accrochages et le volume de gros débris dans la Cayenne, deux modifications sur le prototype initial ont été faites. Le nouveau prototype (1B) a été allégé en pratiquant une série de trous dans les plaques latérales. De plus, la chaîne de dragage a été raccoucie en enlevant un maillon. Douze (12) essais comparatifs avec une drague par train ont été accomplis dans la zone 1 avec le prototype 1B et la drague Digby et 26 autres dans la zone 3. Les résultats pour chacune des zones sont présentés au Tableau 4.

Dans la zone 1, il n'y a que le rendement en étoiles de mer qui diffère significativement entre les deux dragues. Dans la zone 3, les rendements pour toutes les variables sont équivalents. Les débris étaient encore ici beaucoup plus gros dans la drague Cayenne que dans la Digby, cette dernière ramassant beaucoup plus de débris de petite taille (coquilles vides et gravier). La drague Digby n'a jamais remonté de cailloux de plus de 20 cm. La drague Cayenne accrochait encore mais beaucoup moins sévèrement que dans la zone 2 caractérisée par un fond plus irrégulier.

3. Expérience 3: élimination des patins

Une autre tentative a été faite pour réduire les accrochages et le nombre de grosse pierres en coupant de moitié la lame des patins et en fixant la chaîne de dragage à la partie supérieure de la lame (prototype 1C). Sur un autre prototype (1D), la lame du patin a été éliminée complètement. La chaîne de dragage a été fixée au-dessus du support du patin, ce dernier constituant alors un ski, et une chaîne a été fixée de haut en bas au centre de la gueule de la drague. Huit (8) essais comparatifs (4 dans la zone 2 et 4 dans la zone 3) ont été effectués avec la drague 1C et onze (11) autres (9 dans la zone 2 et 2 dans la zone 1) l'ont été avec une drague de type 1D. Le Tableau 5 en révèle les résultats.

Nos observations indiquent que le raccourcissement, puis l'élimination des patins ne diminuent pas notablement les accrochages de la drague Cayenne. A la lumière des résultats, le raccourcissement de la lame provoque une augmentation marquée du volume de débris alors que l'élimination de la lame ré-

duit considérablement le rendement commercial. Le fait que le volume de débris dans le prototype 1D soit relativement bas est sans doute attribuable à la présence de la chaîne au centre de la gueule de la drague.

4. Expérience 4: addition de chaînes dans l'ouverture de la drague

Toujours pour tenter de supprimer les débris de grande taille dans la drague Cayenne, trois nouveaux prototypes sur lesquels des chaînes étaient ajoutées transversalement à la gueule de la drague ont été essayés. Sur le prototype 1E, une chaîne verticale a été fixée au centre des deux chaînes de dragage, cette chaîne passant devant la barre transversale avant. Sur le prototype 1F, un quadrillage de chaînes couvrant l'ouverture de la drague au niveau de la barre transversale centrale fut ajoutée. Enfin sur le prototype 1G, deux chaînes verticales ont été fixées aux chaînes retenant le panier en les faisant passer devant la barre transversale centrale. Les résultats des essais sont consignés au Tableau 6.

Dans l'ensemble, les différences importantes obtenues entre les deux dragues ne sont pas significatives parce que le nombre d'essais réalisés avec ces prototypes est faible. En comparant les rapports de rendement de cette expérience avec ceux obtenus dans la même zone avec le prototype 1B, il devient nettement évident que les modifications 1E et 1F ont diminué le rendement commercial de la drague Cayenne sans pour autant diminuer le volume et la grosseur des débris de façon significative. Par contre, le prototype 1G a des rendements comparables à ceux du prototype 1B et cette modification ne semble

pas avoir eu d'effet négatif ou positif. Il faut ajouter que le prototype 1F fut difficile à vider en raison du quadrillage.

Dans l'ensemble, les chaînes en travers de la gueule des dragues n'ont pas affecté la fréquence d'accrochage sur le fond, mais la dimension des cailloux recueillis, sauf pour le prototype 1F, a diminué de façon proportionnelle à la surface des ouvertures entre les chaînes. Quant au prototype 1F, l'espace d'environ 15 cm persistant entre la chaîne de dragage et le quadrillage de chaînes permettrait aux grandes pierres plates d'entrer dans la drague.

5. Expérience 5: élimination des chaînes parallèles entre la chaîne de dragage et le panier

Un nouveau prototype (1H) a été fait à partir du prototype 1B, en enlevant les petites chaînes parallèles situées entre la chaîne de dragage et le panier. Dans un premier temps, un train de drague composé de deux prototypes 1B et un prototype 1H au centre a été comparé à un train de trois dragues Digby. Les résultats semblaient intéressants. Un train composé de trois dragues sans chaînes parallèles (1I) fut alors monté et essayé. Les performances obtenues avec le premier train 1H et le deuxième train 1I sont proposées au Tableau 7.

Afin de faciliter l'analyse de ces résultats, il convenait de réunir au Tableau 8 l'ensemble des rapports Cayenne/Digby obtenus avec les prototypes 1B, 1H et 1I dans les zones 1 et 3. On remarquera que l'élimination progressive des chaînes améliore légèrement le rendement de la drague Cayenne par

rapport à celui de la Digby, mais que les deux dragues demeurent toujours comparables à ce point de vue. Par contre, l'accumulation de débris de grande taille et les accrochages sur le fond n'ont pas diminué. Il est aussi intéressant de noter que l'élimination des petites chaînes semblent avoir considérablement augmenté les pouvoirs de capture des étoiles et des concombres de la drague Cayenne.

6. Expérience 6: diminution du poids de la drague cayenne

Le poids des différents prototypes de la drague Cayenne essayés dans les expériences 1 à 5 était de toute évidence trop élevé. La manipulation des engins hors de l'eau était beaucoup trop difficile, voire dangereuse en présence de vagues, et la drague avait tendance à accrocher le fond et à recueillir des roches de grande taille. Nous avons donc construit un nouveau prototype (C2) beaucoup moins lourd (650 lbs pour un train complet) en conservant les mêmes dimensions que sur la Cayenne plus lourde (Fig. 5). Les quatre premiers essais de ce prototype ont été faits avec un train de trois dragues munies de deux chaînes en travers de la gueule de la drague comme sur le prototype 1G. Les résultats sont affichés au Tableau 10. Ces chaînes (2B) ont été enlevées et 38 essais comparatifs dans la zone 3, 10 dans la zone 1 furent réalisés. Le Tableau 9 en présente les conséquences.

Les résultats montrent que dans la zone 1 la petite drague Cayenne n'a pas un bon rendement sauf pour les concombres de mer. L'élimination des chaînes dans la gueule de la drague améliore un peu le rendement mais celui-ci demeure significativement plus faible que celui de la drague Digby. Dans la

zone 3, la petite drague Cayenne sans chaînes a donné un rendement commercial comparable à la Digby tout en n'accumulant que de petites quantités de débris. Le Tableau 11 résume les résultats des expériences 5 et 6 en comparant le prototype C2B au prototype C1I. Les résultats montrent que, dans la zone 3, le rendement en pétoncles, en étoiles et en concombres de mer est légèrement supérieur avec la grosse Cayenne mais que la petite ramasse beaucoup moins de débris. Par contre, dans la zone 1, la grosse Cayenne est de beaucoup supérieure à la petite. De plus, cette dernière accrochait autant et ramassait encore des grosses pierres.

7. Corrélation entre le rendement relatif et le volume de débris accumulé dans les dragues

Le Tableau 9 résume une partie des résultats déjà présentés, soit les moyennes des rendements obtenues dans les expériences 2 et 5. On remarquera d'abord que le rendement commercial dans la zone 3 a été globalement plus élevé que dans la zone 1 (et aussi la zone 2). Les débris accumulés dans les dragues sont aussi un peu plus volumineux dans la zone 3 (ils sont aussi de taille plus petite). Cependant, l'élément le plus important qui ressort de ce tableau est le fait que les trains composés de seulement une drague ont donné un rendement commercial beaucoup plus élevé que ceux composés de trois dragues. Cette différence est plus marquée dans la zone 1 que dans la zone 3 et est la même pour les deux types d'engins. De plus, on n'observe pas de différence aussi marquée pour les étoiles de mer et les concombres de mer, mais on la retrouve au niveau du volume de débris.

Ces résultats indiquent, premièrement, que trois dragues tirées côte-à-

côte avec une barre de traction ont un rendement beaucoup plus faible que si elles étaient tirées séparément et que, deuxièmement, les pétoncles sont beaucoup plus corrélés au volume de débri (donc plus reliés au substrat) que les étoiles et les concombres de mer. Cela veut donc dire que l'élimination des chaînes entre la chaîne de dragage et le panier élimine cette corrélation en "triant" les pétoncles des débris.

8. Efficacité en fonction de la vitesse de dragage

Afin d'évaluer l'effet de la vitesse des dragues sur leur rendement, il fallait d'abord calculer pour chaque essai la distance parcourue en utilisant les positions de départ et d'arrêt données par le Loran C. La vitesse de dragage était alors obtenue en divisant la distance parcourue par la durée de l'essai.

Deux variables ont été utilisées pour évaluer l'efficacité des dragues, soit la prise par unité de distance (PUD) et la prise par unité d'effort (PUE). La PUD correspond au nombre de pétoncles capturés par 10 min de dragage. Ces deux variables ont été calculées pour chaque essai puis les valeurs obtenues pour des vitesses de dragage voisines ont été regroupées de façon à obtenir des moyennes d'au moins trois valeurs.

Les variations de l'efficacité en fonction de la vitesse de dragage sont présentées au Figure 6 à 9. Dans les Figure 6 et 7, il faut noter, globalement, une diminution rapide de la PUD avec l'augmentation de la vitesse de dragage. Plus les dragues sont rapides, plus le pourcentage des pétoncles qui

sont capturés diminue. Il y a cependant un pic secondaire de l'efficacité à des vitesses intermédiaires qui se situent, dans la zone 1, entre 100 et 125 cm/sec et dans la zone 3, entre 55 et 75 cm/sec. Il est intéressant de noter que les différents types de dragues se comportent passablement de la même manière et que leur comportement change d'une zone à l'autre.

La littérature rapporte que les dragues à pétoncles Digby capturaient rarement plus de 15 % des pétoncles présents sur leur passage et cela surtout à cause de la capacité d'évitement de la drague par les petits pétoncles et de l'effet de refoulement des grands pétoncles sur les côtés par l'accumulation de débris à l'entrée de la drague (Dickie, 1955). Nos résultats suggèrent que ces deux phénomènes prennent de plus en plus d'importance à mesure que la vitesse de dragage augmente sauf qu'à des vitesses intermédiaires, ils sont quelque peu atténués. A ces vitesses, la drague avance juste assez vite pour capturer une partie des pétoncles qui, à des vitesses plus lentes ou rapides, ne seraient pas entrés dans la drague.

La PUE est une variable plus intéressante que la PUD pour évaluer l'efficacité globale des dragues parce que le temps consacré à réaliser le trait entre en ligne de compte. Pour cette variable (Fig. 6 et 7), les maxima apparaissent à des vitesses intermédiaires, soit à 135 cm/sec dans la zone 1 et entre 55 et 85 cm/sec dans la zone 3. Ces résultats indiquent que la vitesse optimale de dragage se situe entre 1 et 3 noeuds mais qu'elle diffère considérablement d'une zone à l'autre.

9. Sélectivité

La Figure 8 présente l'histogramme de fréquence de taille des pétoncles d'Islande capturés dans la zone 3 avec la drague Digby et la petite drague Cayenne. Les résultats montrent que la petite drague Cayenne (C2B) capture des pétoncles plus grands que ceux de la Digby. Il en est de même pour la grosse drague Cayenne (C1I) qui, dans la même zone, a donné les mêmes résultats que la petite (Fig. 9). Cependant, dans trois essais réalisés dans la partie nord de la zone 3 (Fig. 10) une quantité importante de pétoncles de petite taille (> 70 mm) ont été capturés, et cela, surtout avec la grosse drague Cayenne.

Il est reconnu que la sélectivité des dragues à pétoncles géants dépend beaucoup plus de la vitesse de la drague et du type de fond que de la taille des anneaux formant le cul (Caddy, 1968). Les petits pétoncles géants sont toujours sous représentés dans les captures parce qu'ils sont en mesure d'éviter l'engin en déclenchant une réaction de fuite. Dépendant de la vitesse de la drague, ils peuvent ainsi bien sauter par dessus, devant, sur le côté ou carrément dans la drague qui avance. Cette réaction de fuite disparaît complètement chez les pétoncles géants plus âgés (> 100 mm). Ceux-ci peuvent alors être déportés en dehors de la surface de dragage avec les débris qui s'accumulent devant la drague (Serchuk et Smolowitz, 1980).

La différence de sélectivité observée entre les deux types de dragues dans la plupart des essais peut être expliquée par le fait qu'il y a beaucoup moins de débris qui s'accumulent devant et dans la drague Cayenne. En effet, il est possible que les grands pétoncles soient moins déportés en dehors du trajet de la drague Cayenne et, qu'une partie des petits pétoncles qui pénè-

trent dans la drague Digby ne soient pas sélectionnés à travers les mailles en raison de l'abondance des débris qui colmatent celles-ci. Par contre, les résultats obtenus dans la partie nord de la zone 3 sont contradictoires et difficilement explicables.

10. Pétoncle géant

Le pétoncle géant (Plocopecten magellanicus) était généralement rare dans l'aire d'étude (Tabl. 12). Il était pratiquement absent dans la zone 3, rare dans la zone 1 et fréquent mais peu abondant dans la zone 2. Les faibles abondances rencontrées ne permettent pas d'évaluer l'efficacité de la drague Cayenne pour cette espèce de pétoncle.

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Il a été impossible de mesurer directement la demande énergétique lors de l'opération des différentes dragues parce qu'un des compteurs à essence a fait défaut. Il a donc fallu procéder par méthode indirecte en mesurant la tension dans le câble et la vitesse du navire par rapport au fond pour les différents types de dragues en maintenant les révolutions du moteur à un niveau constant, soit 1,100-1,200 rpm.

Pour cette expérience, comparant un train de trois dragues Digby à celui composé de petites dragues cayennes (C2B), seulement un train était tiré à la fois. Les traits étaient alternativement réalisés avec le courant et contre le courant, en changeant de type de drague tous les deux traits et cela sur un

même site dans la zone 3. La tension dans le câble était lue sur un tensiomètre quelques minutes après le début du trait en déterminant autour de quelle valeur moyenne l'aiguille oscillait. La vitesse du navire par rapport au fond a été calculée à partir des positions de départ et d'arrêt du trait indiquées par le Loran C. L'expérience a duré 6 heures au cours desquelles la direction du courant s'est inversée, passant de la direction ouest à la direction est.

La Figure 8 montre l'évolution de la vitesse du navire par rapport au fond en fonction de l'état de la marée. On remarquera tout d'abord que l'état de la marée influence considérablement cette variable. Celle-ci est maximale lorsque le navire drague dans la même direction que le courant et minimale à contre-courant. Pour un même type de drague, la courbe de vitesse en direction ouest croise celle de vitesse en direction est pendant l'étale de marée, comme prévu. Les résultats montrent aussi que pour la même révolution du moteur et les mêmes conditions de marée, la drague Cayenne avance environ 25 % moins vite sur le fond que la drague Digby. La Figure 9 montre en effet que pour obtenir une vitesse comparable, la force de traction sur la drague Cayenne doit être environ 25 % plus forte que sur la Digby.

Les données de tension obtenues permettent de faire une évaluation du coefficient de friction des dragues ainsi que de la puissance supplémentaire nécessaire pour les opérer. Le système des forces en jeu lors du dragage est présenté à la Figure 10. La signification des symboles est donnée au Tableau 13.

Le poids de dragues et du câble dans l'eau est obtenu par la formule:

$$\text{Pds dans l'eau} = \text{Pds dans l'air} - \frac{\text{Pds dans l'air}}{\text{gravité spécifique}}$$

Pour une gravité spécifique de 7,2 et 50 br de câble pesant .44 lbs/pi, W pour la petite Cayenne est 673 lbs et pour la Digby, 501 lbs.

La force de résistance de l'eau sur la drague et le câble est fonction de la vitesse de la drague:

$$R_1 = KV2 \cos \emptyset \qquad (1)$$

où la constante K peut être estimée à partir de données présentées à la Figure 9. Elle correspond à la pente de la relation entre la tension du câble et le carré de la vitesse de la drague. K est égale à $3,02 \times 10^{-3}$ pour la petite Cayenne et $3,57 \times 10^{-3}$ pour la Digby. Ceci indique que les dragues Digby et Cayenne offrent la même résistance à l'eau.

La force de friction de la drague sur le fond est fonction du coefficient de friction (u) et de la force qui pousse la drague contre le fond (W):

$$F = uW_t \quad W_t = W - T \text{ siu } \emptyset \qquad (2)$$

Enfin, pour un câble 2,5 fois plus long que la profondeur de l'eau, 0 = 24°.

Au niveau de la drague, lorsque le système est en équilibre c'est-à-dire lorsqu'il se déplace à vitesse constante, les forces s'opposant au déplacement horizontal de la drague et du câble sont équilibrées par la composante horizontale de la force de traction dans le câble:

$$T \cos \phi = F + R_1 \qquad (3)$$

en utilisant les équations (2) et (3):

$$T \cos \phi = u [W - T \sin \phi] + KV^2 \cos \phi \qquad (4)$$

Pour une vitesse constante de 100 cm/sec, T=716 lbs pour la petite Cayenne et T=565 lbs pour la Digby (Fig. 9). Le coefficient de friction de la petite drague Cayenne est obtenu en résolvant l'équation (5):

$716\ (0,91) = u\ 673 - [\ (716 \times 0,41)\ ] + 3,02 \times 10^{-3}\ (10 \times 10^{-3})\ 0,91$

$651,6 = 380\ u + 27,5$

$u = 1,64$

et pour la Digby;

$565\ (0,91) = u\ [\ 501 - (565 \times 0,41)\ ] + 3,57 \times 10^{-3}\ (10 \times 10^{3})\ 0,91$

$u = 1,79$

Ce résultat suggère que la drague Digby râcle un peu plus le fond qu'une petite drague Cayenne du même poids.

Au niveau du bateau, lorsque le système est en équilibre, la force déployée par le moteur est égale au total des forces s'opposant au mouvement du bateau:

$$N = T \cos \phi + R_2 \qquad (5)$$

La puissance nécessaire pour garder le système à une vitesse constante de 100 cm/sec (3,23 pi/sec) est donné par l'équation suivante:

$$P = N \times V \qquad (6)$$

d'où:

$$P = VT \cos \phi + VR_2 \qquad (7)$$

Selon une communication personnelle de P.E. Barbeau, architecte naval, VR se situe dans les environs de 15 à 20 HP pour un bateau de 40 pi.

Donc, la puissance requise pour opérer la petite drague peut être évaluée comme suit:

$$P = [\ 716\ (0,91)\ \text{lbs} \times 3,23\ \text{pi/sec}\ ] + 17,5\ \text{HP}$$

$$P = 2104,5\ \text{pi - lb/sec} + 17,5\ \text{HP}$$

$$P = 3,8\ \text{HP} + 17,5\ \text{HP}$$

$$P = 21,3\ \text{HP}$$

et pour la Digby:

$$P = [\ 565\ (0,91) \times 3,23\ ] + 17,5\ HP$$

$$P = 3,0\ HP + 17,5\ HP$$

$$P = 20,5\ HP$$

Comme prévu, la puissance supplémentaire nécessaire pour tirer la drague Cayenne est environ 25 % plus élevée que dans le cas de la Digby (3,83/3,02). Cependant, au total, la différence entre les deux dragues est seulement de 4 % (21,3/20,5).

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

La drague qui a donné les meilleurs rendements commerciaux globaux est le prototype 1H de la drague Cayenne, c'est-à-dire la drague lourde sur laquelle les petites chaînes entre celle de dragage et le panier ont été éliminées. Cette drague a capturé légèrement plus de pétoncles, a accumulé un peu moins de débris et pris beaucoup plus d'étoiles de mer et de concombres que la drague Digby et cela aussi bien sur des fonds durs que sur des fonds plus meubles (couverts de coquilles vides).

Il faut cependant ne pas oublier que la drague Cayenne est 20 % plus large que la drague Digby. En tenant compte de cela, le prototype 1H a récolté autant de pétoncles, moins de débris et plus d'étoiles et de concombres de mer que la Digby. La différence dans le comportement des dragues peut être attribuée au fait que les débris peuvent passer beaucoup plus facilement sous la

drague Cayenne que sous celle de type Digby. En effet, la présence de patins sur la drague Cayenne fait que l'entrée du panier de celle-ci est surélevée par rapport au fond contrairement à celui de la drague Digby. Lorsque les chaînes parallèles entre la chaîne de dragage et le panier, sont absentes, les objets dragués peuvent passer facilement sous le panier après avoir sauté par-dessus la chaîne de dragage. De plus, il se fait une sélection au niveau de la chaîne arrière retenant le panier à savoir que les objets de moindre densité situé à la surface des débris comme les étoiles, les concombres de mer et probablement une bonne proportion des pétoncles sont dirigés vers le panier alors que les débris plus lourds sous ces organismes passent sous la chaîne arrière. Quant à la drague Digby, les débris ne peuvent pas passer aussi facilement sous les dents et le panier. Les objets dragués auraient alors tendance à s'accumuler devant les dents, à se mélanger et, une partie de ce mélange, surtout les organismes moins lourds, serait déportée sur les deux côtés de la drague alors que l'autre entre à l'intérieur.

Les résultats présentés au Tableau 5 montrent que la présence des patins sur la Cayenne est essentielle pour que la chaîne de dragage travaille le fond adéquatement. Sans eux, la chaîne ne fait qu'effleurer le fond et recueille beaucoup moins de pétoncle. De plus, il n'y a plus d'espace pour permettre au débris de passer sous le panier, ce qui cause une abondance de matériel dans la drague, même si la capture de pétoncle est moindre. Avec des lames de patin coupées de moitié, la force de dragage diminue un peu mais l'effet de sélection des débris au niveau de la chaîne arrière est considérablement réduit et, par conséquent, la quantité de résidus qui s'accumulent dans la drague est

importante. On peut donc conclure que ce sont les patins sur la drague Cayenne qui favorisent un dragage en profondeur des sédiments et la sélection des organismes bentiques incluant les pétoncles.

L'addition d'une chaîne de prévention des cailloux entre celles qui sont installées transversalement dans l'ouverture de la Cayenne empêche la chaîne de dragage d'opérer adéquatement et de râcler le fond de manière efficace (Tabl. 6, prototype (C1E). Les chaînes contre les cailloux fixées sur le prototype C1F n'ont pas cet effet négatif, mais augmentent les risques de colmatage à l'entrée du panier, derrière la chaîne de dragage. Enfin, les chaînes sur le prototype C1G ont peu d'effet en raison de leur espacement et de plus, la drague est très difficile à vider en leur présence.

D'autre part, la grosse drague Cayenne a un grand désavantage par rapport à la Digby: son poids est trop élevé pour la manipuler facilement et en toute sécurité. De plus, elle a beaucoup plus tendance que la Digby à accrocher le fond et à remonter des roches de grande taille. Sans doute que la chaîne de dragage de la Cayenne épouse davantage la forme des obstacles et s'y accroche alors que la drague Digby a plus tendance à sauter par-dessus.

On peut donc conclure que la grosse drague Digby est un engin efficace mais difficilement manipulable et dangereux lorsque les fonds sont accidentés et qu'il y a de la houle ou des vagues. La petite drague Cayenne, en raison de son poids beaucoup moins élevé, est moins dangereuse et plus facile à manipuler en dehors de l'eau. Cependant, elle accroche autant le fond et a aussi tendance à remonter de grosses pierres, ce qui confirme que ce comportement

n'est pas dû au poids de la drague mais plutôt à la présence de la chaîne de dragage. De plus, la perte de poids, combinée au coefficient de "friction" moins élevé des dragues Cayenne, font qu'elle pénètre peu dans les fonds durs et, ainsi, ne ramasse que les objets qui reposent sur la surface comme les étoiles de mer et les concombres de mer. Par contre, dans les fonds plus meubles (zone 3), la drague est suffisamment lourde pour pénétrer la couche de coquilles mortes mais pas trop pour empêcher la plupart des débris de passer sous le panier. La petite drague Cayenne, dans ces conditions, capture légèrement moins de pétoncles mais ramasse presque deux fois moins de débris. Ce remarquable effet de triage constitue le principal avantage de la petite drague Cayenne. En effet, si, en moyenne, la durée de dragage nécessaire pour remplir la Digby aux trois quarts est de 10 min, le temps requis pour remplir la drague Cayenne aux trois quarts peut être obtenu comme suit:

$$\text{temps requis} = 10 \text{ min} \times \left[\frac{200 \text{ l} \times 0{,}75}{138 \text{ l} \times 0{,}75 \times 0{,}62}\right] = 23{,}5 \text{ min}$$

Dans la zone 3, les traits de drague avec la Cayenne peuvent être plus de 2 fois plus longs que ceux réalisés avec la Digby. Ceci implique qu'en une heure de pêche, on peut faire environ 33 % plus de dragage avec la Cayenne qu'avec celle de type Digby. L'efficacité (comprenant le temps de manipulation) relative minimale de la drague Cayenne par rapport à la drague Digby dans la zone 3 peut donc être évaluée comme suit:

$$\frac{\text{PUE Cayenne}}{\text{PUE Digby}} = 0{,}89 \times 1{,}33 = 1{,}18$$

Pour une drague Cayenne de la même largeur que la drague Digby, le temps requis pour la remplir aux trois quarts est le même que ci-dessus et l'efficacité relative minimale est donc égale à 0,95.

Un autre avantage de la drague Cayenne est qu'il y a beaucoup moins de temps consacré au triage des pétoncles sur le fond. Le Tableau 14 résume les avantages et les désavantages des dragues Cayenne par rapport à la drague Digby. Le prototype C2B est un engin qui devrait s'avérer très efficace sur les fonds meubles et réguliers mais à déconseiller sur les fonds durs et accidentés.

Le fait qu'une drague à pétoncles à un seul panier est plus efficace qu'un panier tiré sur un train de trois dragues est un phénomène qui peut être attribué à la présence d'une barre de traction sur le train de trois dragues. En effet, avec cette barre, le mouvement des gueules des trois dragues n'est pas indépendant et celles-ci épousent moins bien le fond que les paniers seuls et indépendants. Les résultats du Tableau 9 tendent à confirmer cette hypothèse. En effet la différence entre un panier seul et une drague à trois paniers sur le train de pêche est plus grande dans la zone 1 qui a un fond plus irrégulier. De plus, cette différence est indépendante du type de drague et est moins marquée pour les étoiles de mer et les concombres qui sont des organismes qui peuvent être ramassés plus facilement par le simple effleurement des sédiments.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le capitaine du ANDY, C, Monsieur Pierre Chevary, ainsi que les membres de l'équipage pour leur entière collaboration lors des essais en mer, ainsi que Messieurs Marcel Boudreau et Richard Chénier du ministère des Pêches et des Océans (MPO) pour les nombreux conseils. Nous tenons également à remercier Monsieur Georges Maurice Picard, constructeur des engins de pêche.

BIBLIOGRAPHIE

Bernier, L. et L. Poirier, 1981. Les stocks de pétoncles d'Islande Chlamys islandica Muller de la région de Mingan, en 1979. Min. Ind. Comm., Dir. gén. Pêches mar., Cah. Inf. 96: 31 p.

Bourne, N., 1966. Relative fishing efficiency and selection of three types of scallop drags. ICNAF Res. Bull., 3: 15-25.

Caddy, J.F., 1968. Underwater observations on scallop (Placopecten magellanicus) behaviour and drag efficiency. J. Fish. Res. Bd. Canada, 25: 2123-2141.

Caddy, J.F., 1971. Efficiency and selectivity of the canadian offshore scallop dredge. CIEM, CM K:24, 38 p.

Dickie, L.M., 1955. Fluctiations in abundance of giant scallop, Placopecten magellanicus (Gmelin) in the Digby area of the Bay of Fundy. J. Fish. Res. Bd. Canada, 12: 797-857.

Poirier, L., 1976. Les stocks de pétoncle d'Islande, Chlamys islandica Muller, du détroit de Jacques-Cartier (golfe du Saint-Laurent). Min. Ind. Comm., Dir. géné. Pêches mar., Cah. Inf., 71: 23 p.

Serchuk, F.M. et R.J. Smolowitz, 1980. Size selection of sea scallop by an offshore scallop survey dredge. CIEM, CM K:24, 38 p.

Snedecor, G.W. et W.G. Cochran, 1968. Statistical methods. Iowa State Univ., Ames, Iowa, 593 p.

Tableau 1: Comparaison des caractéristiques des dragues Cayenne et Digby.

Éléments	Digby	Cayenne
Mécanisme de dragage	Plaque de métal munie de dents	Chaîne de dragage
Largeur de la gueule	76 cm (30 po)	91 cm (36 po)
Hauteur de la gueule	25 cm (10 po)	36 cm (14 po)
Surface de la gueule	0,19 m^2 (300 po)	0,33 m^2 (504 po)
Poids (train de 3 paniers)	205 kg (450 lbs)	Prototype C1B 430 kg (950 lbs) Prototype C1H 375 kg (825 lbs) Prototype C2B 295 kg (650 lbs)
Nombre d'anneaux dans le panier	104	120
Volume du panier	138 l (4,8 pi3)	200 l (7,0 pi3)

Tableau 2: Comparaison du rendement commercial relatif et du rapport du volume de débris des dragues Cayenne et Digby selon que la première drague est devant ou derrière la seconde.

	Rapport du rendement commercial lorsque la drague cayenne est devant la drague digby	derrière la drague digby	Rapport du volume de débris lorsque la drague cayenne est devant la drague digby	derrière la drague digby
Nombre d'essais comparatifs	19	19	16	16
Rapports moyens	0,98	0,91	0,96	1,22
Comparaison des rapports moyens (t)[1]	0,46 n.s.[1]		-0,80 n.s.[1]	

1. Test de comparaison des moyennes; t de Student (Snedecor et Cochran 1968):

n.s.: pas de différence significative entre les moyennes ($P > 0,05$).
* : les moyennes sont significativement différentes ($P < 0,05$).

Tableau 3: Comparaison des rendements du prototype initial de la drague Cayenne (C1A) et de la drague Digby (D).

1A vs D zone 3	Rendement commercial (kg)		Nb d'étoiles de mer		Nb de concombres de mer	
	C1A	D	C1A	D	C1A	D
Nombre d'essais comparatifs	5		5		5	
Moyennes	0,65	0,54	26,0	18,0	0,5	1,5
Rapport des moyennes	1,20		1,44		0,33	
t^1	1,48 n.s.		4,11*		1,41 n.s.	

[1]. Test de comparaison par paires; t de Student (Snedecor et Cochran 1968):

n.s.: pas de différence significative entre les moyennes ($P > 0,05$)
* : différence significative entre les moyennes ($P < 0,05$)

Prototype C1A

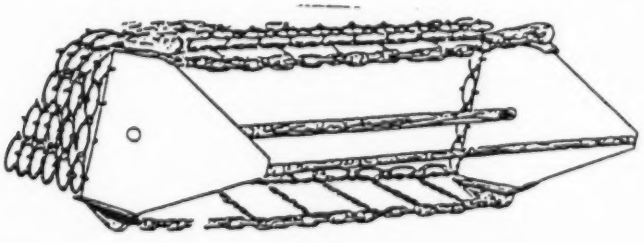


Tableau 4: Comparaison des rendements du prototype de la drague Cayenne allégée (C1B) et de la drague Digby (D).

C1B vs D Zone 1	Rendement commercial (kg)		Volume des débris (1)		Nb d'étoiles de mer		Nb de concombres de mer	
	C1B	D	C1B	D	C1B	D	C1B	D
Nb d'essais comparatifs	12		9		12		12	
Moyennes	0,92	0,82	16,7	20,6	14,7	10,4	6,6	4,9
Rapport des moyennes	1,12		0,81		1,41		1,35	
t^1	$0,72^{n.s.}$		$1,40^{n.s.}$		3,54*		$1,89^{n.s.}$	

C1B vs D Zone 3	C1B	D	C1B	D	C1B	D	C1B	D
Nb d'essais comparatifs	26		18		26		26	
Moyennes	1,13	1,13	21,4	22,8	8,1	8,1	1,0	0,6
Rapport des moyennes	1,00		0,94		1,0		1,56	
t^1	$<-0,01^{n.s.}$		$-0,57^{n.s.}$		$-0,02^{n.s.}$		$1,25^{n.s.}$	

[1]. voir le tableau 3 pour la signification des symboles.

Prototype C1B

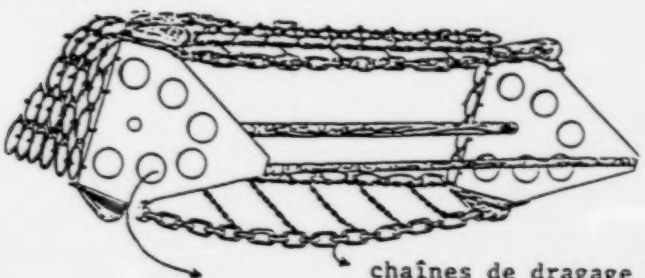


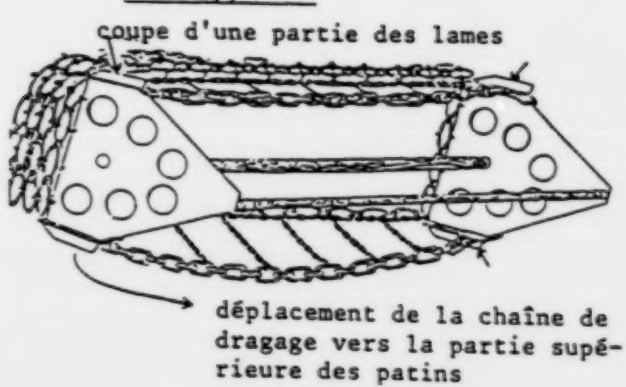
Tableau 5: Comparaison des rendements obtenus en coupant de moitié (C1C) et en éliminant (C1D) les patins sur la drague Cayenne et ceux obtenus avec la drague Digby (D).

C1C vs D Zones 2 et 3	Rendement commercial (kg)		Volume des débris (l)		Nb d'étoiles de mer		Nb de concombres de mer	
	C1C	D	C1C	D	C1C	D	C1C	D
Nb d'essais comparatifs	8		8		8		8	
Moyennes	0,84	0,83	23,8	15,6	10,5	4,8	1,0	1,0
Rapport des moyennes	1,01		1,53		2,19		1,00	
t [1]	0,17 n.s.		3,05*		3,81*		0,00 n.s.	

C1D vs D Zones 1 et 2	C1D	D	C1D	D	C1D	D	C1D	D
Nb d'essais comparatifs	11		8		11		8	
Moyennes	0,14	0,31	10,0	10,0	10,0	9,1	1,73	1,55
Rapport des moyennes	0,45		1,00		1,10		1,12	
t [1]	-2,63*		0,00 n.s.		n.s.		n.s.	

[1]. voir le tableau 3 pour la signification des symboles.

Prototype C1C



Prototype C1D

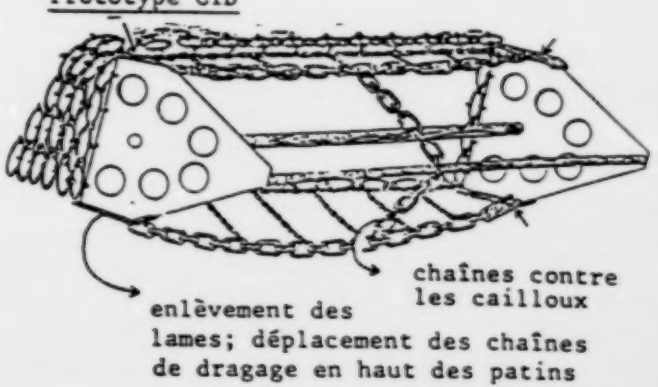


Tableau 6: Comparaison des rendements obtenus avec trois prototypes de drague Cayenne munis de chaînes en travers de la gueule (C1E, C1F, C1G) et ceux obtenus avec la drague Digby (D).

C1E vs D Zone 1	Rendement commercial (kg)		Volume des débris (l)		Nb d'étoiles de mer		Nb de concombres de mer	
	C1E	D	C1E	D	C1E	D	C1E	D
Nb d'essais comparatifs	5		5		5		5	
Moyennes	0,77	1,24	12,0	13,0	9,8	15,2	7,2	11,4
Rapport des moyennes	0,62		0,92		0,64		0,63	
t^1	-1,85 n.s.		-1,00 n.s.		-2,00 n.s.		-1,99 n.s.	

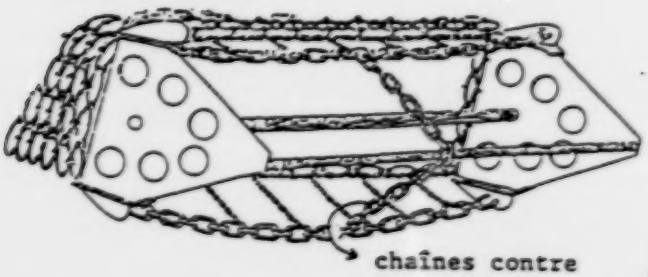
C1F vs D Zone 3	C1F	D	C1F	D	C1F	D	C1F	D
Nb d'essais comparatifs	3		3		3		3	
Moyennes	1,22	1,82	21,7	25,0	15,3	10,7	2	2
Rapport des moyennes	0,67		0,87		1,43		1,00	
t^1	-1,16 n.s.		-1,00 n.s.		2,51 n.s.		0,00 n.s.	

Tableau 6: Suite

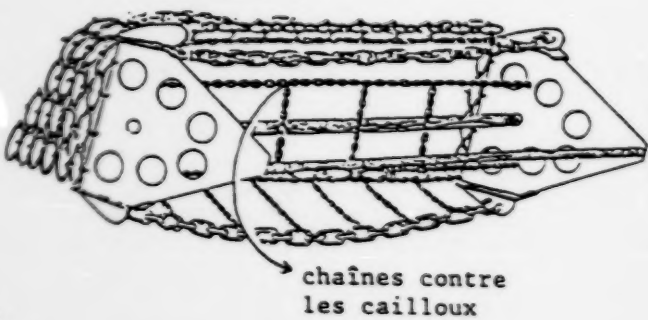
C1G vs D Zone 3	C1G	D	C1G	D	C1G	D	C1G	D
Nb d'essais comparatifs	5		5		5		5	
Moyennes	1,09	0,99	25,0	20,0	9,8	6,4	1,8	1,4
Rapport des moyennes	1,10		1,25		1,53		1,29	
t[1]	0,41	n.s.	1,00	n.s.	1,21	n.s.	1,63	n.s.

[1]. voir le tableau 3 pour la signification des symboles.

Prototype C1E



Prototype C1F



Prototype C1G

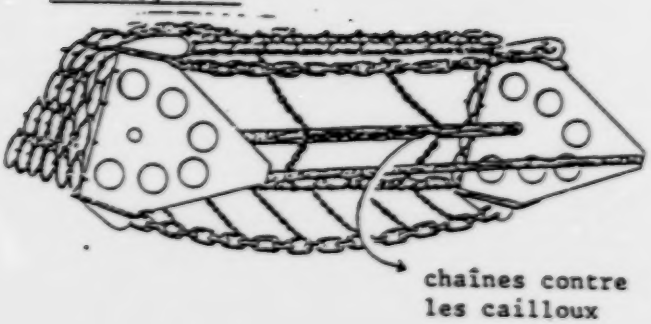


Tableau 7: Comparaison des rendements obtenus avec des trains de trois dragues composés de dragues Cayennes sur lesquelles les chaînes entre la chaîne de dragage et le panier ont été éliminées (C1H) et de ceux obtenus avec la drague Digby (D). C1H: une drague du prototype C1H avec deux prototypes C1B de chaque côté; C1I: trois prototypes C1H.

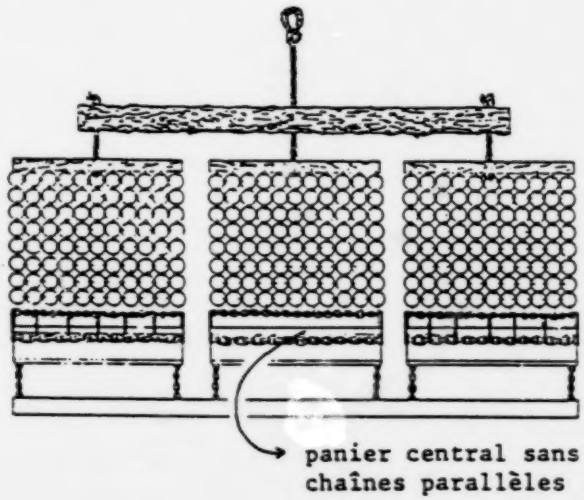
C1H vs D Zone 1	Rendement Commercial (kg)		Volume des débris (1)		Nb d'étoiles de mer		Nb de concombres de mer	
	C1H	D	C1H	D	C1H	D	C1H	D
Nb d'essais comparatifs	7		7		7		7	
Moyennes	1,16	1,23	31,7	25,8	29,6	23,0	14,7	9,6
Rapport des moyennes	0,94		1,23		1,29		1,53	
t1	-0,30n.s.		1,19n.s.		2,24n.s.		2,32n.s.	
C1H vs D Zone 3	C1H	D	C1H	D	C1H	D	C1H	D
Nb d'essais comparatifs	16		11		16		16	
Moyennes	2,50	2,39	37,3	30,0	21,3	19,6	2,5	2,3
Rapport des moyennes	1,05		1,24		1,09		1,09	
t1	0,91n.s.		2,59*		0,53n.s.		0,37n.s.	
C1I vs D Zone 1	C1I	D	C1I	D	C1I	D	C1I	D
Nb d'essais comparatifs	6		5		6		6	
Moyenne	1,94	1,53	28,0	30,0	44,0	26,3	24,8	14,0
Rapport des moyennes	1,27		1,93		1,67		1,77	
t1	2,05n.s.		-1,00n.s.		2,86*		2,71*	

Tableau 7: Suite

C1I vs D Zone 3	C1I	D	C1I	D	C1I	D	C1I	D
Nb d'essais comparatifs	16		14		15		15	
Moyennes	2,97	2,65	53,6	65,0	24,0	17,1	3,5	1,2
Rapport des moyennes	1,12		0,83		1,41		2,92	
t1	0,94n.s.		-1,10n.s.		2,37*		2,55*	

1. voir le Tableau 3 pour la signification des symboles.

Prototype C1H



Prototype C1I

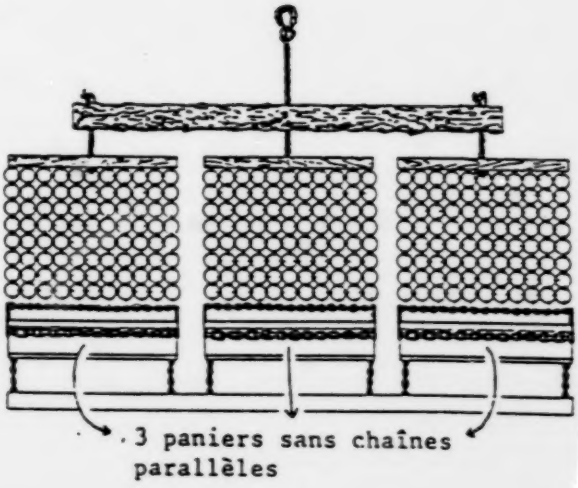


Tableau 8: Rapport des rendements de la Cayenne et de la Digby obtenus avec les prototypes 1B et 1H dans les zones 1 et 3.

Prototypes	Rapport des rendements							
	Rendement commercial (kg)		Volume des débris (l)		Nb d'étoiles de mer		Nb de concombres de mer	
	Zone 1	Zone 3	Zone 1	Zone 3	Zone 1	Zone 3	Zone 1	Zone3
1B/D	1,12	1,00	0,81	0,94	1,41*	1,00	1,35	1,56
1H/D	0,94	1,05	1,23	1,24*1	1,29	1,09	1,53	1,09
1I/D	1,27	1,12	0,93	0,83	1,67*	2,37*	2,71*	2,55*

*: rapport significativement différent de 1,00 ($P < 0,05$).

Tableau 9: Moyennes des rendements obtenus dans les expériences 2 à 5. Tous les rendements sont pour un train de trois dragues.

Prototypes	Rendement commercial (kg)		Volume des débris (1)		Nb d'étoiles de mer		Nb de concombres de mer	
	Zone 1	Zone 3	Zone 1	Zone 3	Zone 1	Zone 3	Zone 1	Zone3
	Rendements de trois dragues							
C1B, train de 1 drague	2,76	3,39	50,1	68,4	44,1	31,2	19,8	3,0
C1H, train de 3 dragues	1,16	2,50	31,7	37,3	29,6	21,3	14,7	2,5
D, train de 1 drague	2,46	3,39	61,8	64,2	31,2	24,3	14,7	1,8
D, train de 3 dragues	1,23	2,39	25,8	30,0	23,0	19,6	9,6	2,3
C1I, train de 3 dragues	1,94	2,97	28,0	53,6	21,3	24,0	24,8	3,5

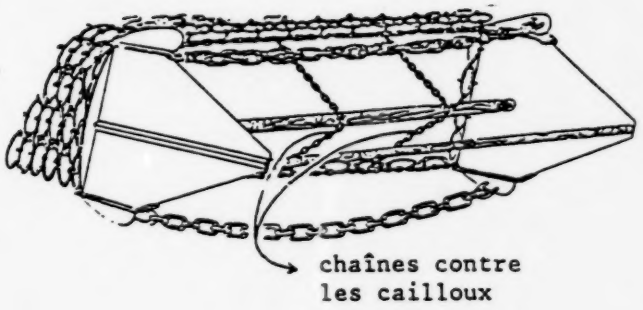
Tableau 10: Comparaison des rendements de la petite drague Cayenne (C2A et C2B) et de la drague Digby (D).

C2A vs D Zone 1	Rendement commercial (kg)		Volume des débris (1)		Nb d'étoiles de mer		Nb de concombres de mer	
	C2A	D	C2A	D	C2A	D	C2A	D
Nb d'essais comparatifs	4		4		4		4	
Moyennes	0,63	2,75	11,3	28,8	23,3	36,5	33,5	28,3
Rapport des moyennes	0,23		0,39		0,64		1,18	
t1	-5,35*		-2,94n.s.		-4,21		0,71n.s.	
C2B vs D Zone 1	C2B	D	C2B	D	C2B	D	C2B	D
Nb d'essais comparatifs	9		9		10		10	
Moyennes	0,73	1,84	27,2	71,1	22,3	21,0	26,8	20,8
Rapport des moyennes	0,40		0,38		1,06		1,28	
t1	-5,27*		-3,47*		0,28n.s.		2,24n.s.	
C2B vs D Zone 3	C2B	D	C2B	D	C2B	D	C2B	D
Nb d'essais comparatifs	38		37		38		38	
Moyennes	1,58	1,77	76,6	124,5	20,4	15,1	40,0	2,2
Rapport des moyennes	0,89		0,62		1,35		1,82	
t1	-1,06n.s.		-6,59*		2,78*		2,77*	

1. voir le Tableau 3 pour la signification des symboles.

Tableau 10: (suite)

Prototype C2A



Prototype C2B

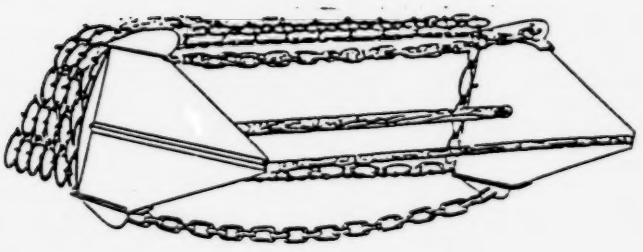


Tableau 11: Rapports des moyennes de rendements obtenus avec les prototypes C2B et C1I dans les zones 1 et 3.

Prototypes	Rendement commercial (kg)		Rapport des rendements Volume des débris (1)		Nb d'étoiles de mer		Nb de concombres de mer	
	Zone 1	Zone 3	Zone 1	Zone 3	Zone 1	Zone 3	Zone 1	Zone3
C1I/D	1,27	1,12	0,93	0,83	1,67*	1,41*	1,77	2,92
C2B/D	0,40	0,89	0,38	0,62	1,06	1,35	1,28	1,82

Tableau 12: Résultats de capture du pétoncle géant pour l'ensemble des essais comparatifs.

	Nombre de pétoncles		
Classe de taille (mm)	Zone Quarry #1	Zone Niapiscau #2	Zone extérieure #3
< 110	-	2	-
110 - 114	1	1	-
115 - 119	-	2	-
120 - 124	-	1	-
125 - 129	-	-	-
130 - 134	-	1	-
135 - 139	-	3	-
140 - 144	-	3	-
145 - 149	-	4	-
150 - 154	-	2	-
155 - 159	4	14	-
160 - 164	-	11	-
165 - 169	1	16	-
170 - 174	-	10	-
175 - 179	-	3	-
Total	6	73	0
Taille moyenne	$\bar{x}$=145	$\bar{x}$=156	
	s =29	s =18	

Tableau 13: Signification des symboles de la Figure 10 et des équations dans le texte.

W : poids de la drague et du câble dans l'eau.
F : force de friction de la drague sur le fond.
R_1: résistance de l'eau agissant sur le câble et la drague.
T : tension dans le câble = force de traction.
R_2: résistance de l'eau agissant sur le navire.
N : force déployer pour faire avancer le système bateau-drague.
O : angle que fait le câble de traction avec l'horizontale.
V : vitesse du navire et de la drague par rapport au fond.

Tableau 14: Avantages et désavantages des dragues Cayenne par rapport à la drague Digby.

	Grosse drague Cayenne (prototype 1H)		Petite drague Cayenne (prototype 2B)	
	Fond dur et accidenté	Fond meuble et irrégulier	Fond dur et accidenté	Fond meuble et irrégulier
Rendement commercial (kg/10min)	+[1]	+	---	-
Volume des débris				
- effet sur durée du trait	+	+	++	++
- effet sur durée de triage	+	+	++	++
Sélectivité pour les grandes tailles	+	+		+
Sécurité				
- pendant dragage	--	--	--	-
- sur le pont	---	---	-	idem
Demande énergétique	-	-	-	-
Réparations			-	idem

1. Signification des symboles

+ : petit avantage par rapport à la Digby; ne justifie pas à lui seul de recommander l'engin.

++ : important avantage, justifie de recommander l'engin s'il n'y a pas d'important désavantage ailleurs.

- : petit désavantage qui ne justifie pas à lui seul de déconseiller l'engin.

-- : désavantage important qui justifie de déconseiller l'engin s'il n'y a pas davantage important ailleurs.

--- : désavantage majeur qui justifie à lui seul de déconseiller l'engin.

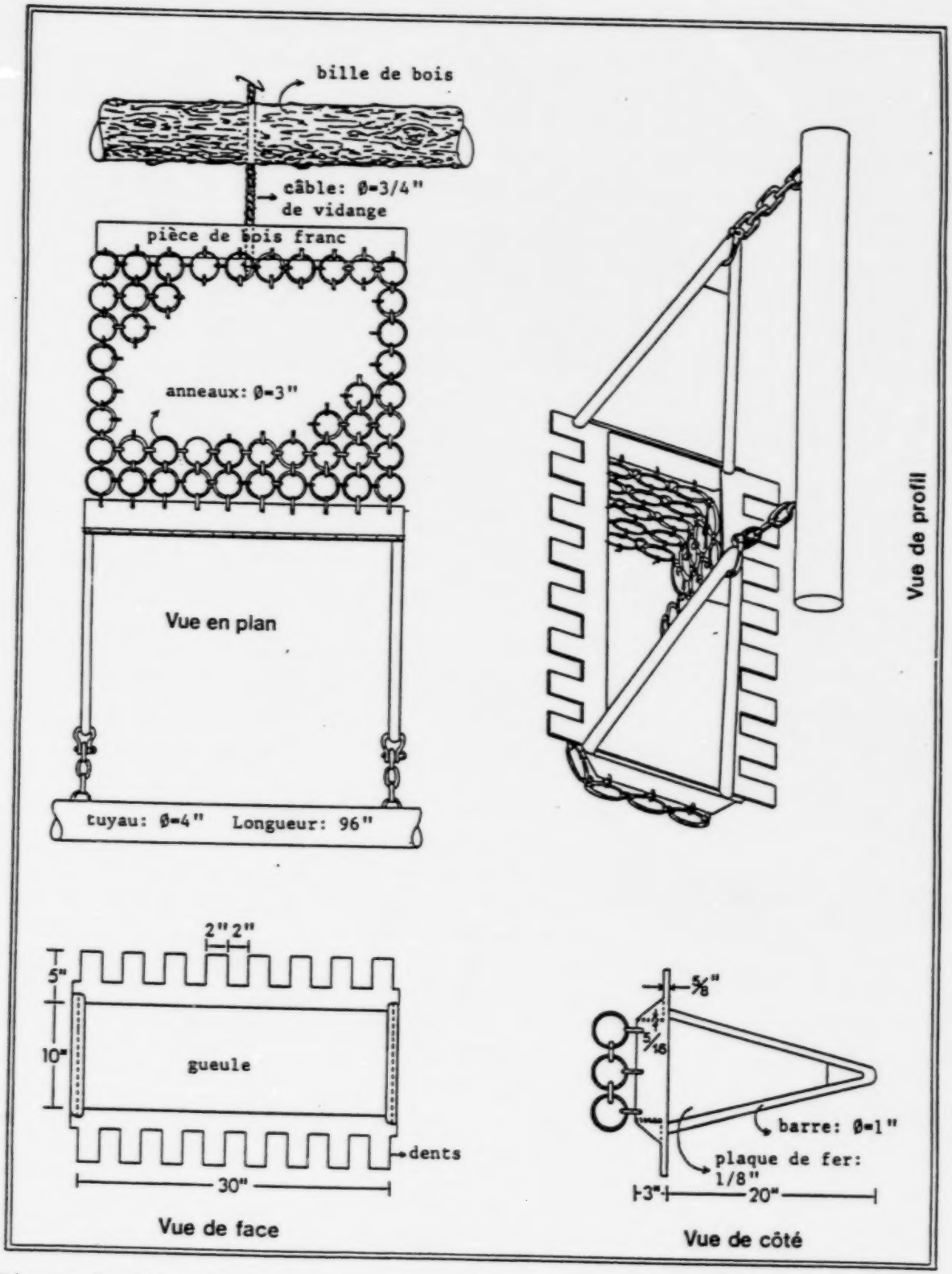


Figure 1: Plan de la drague Digby (D).

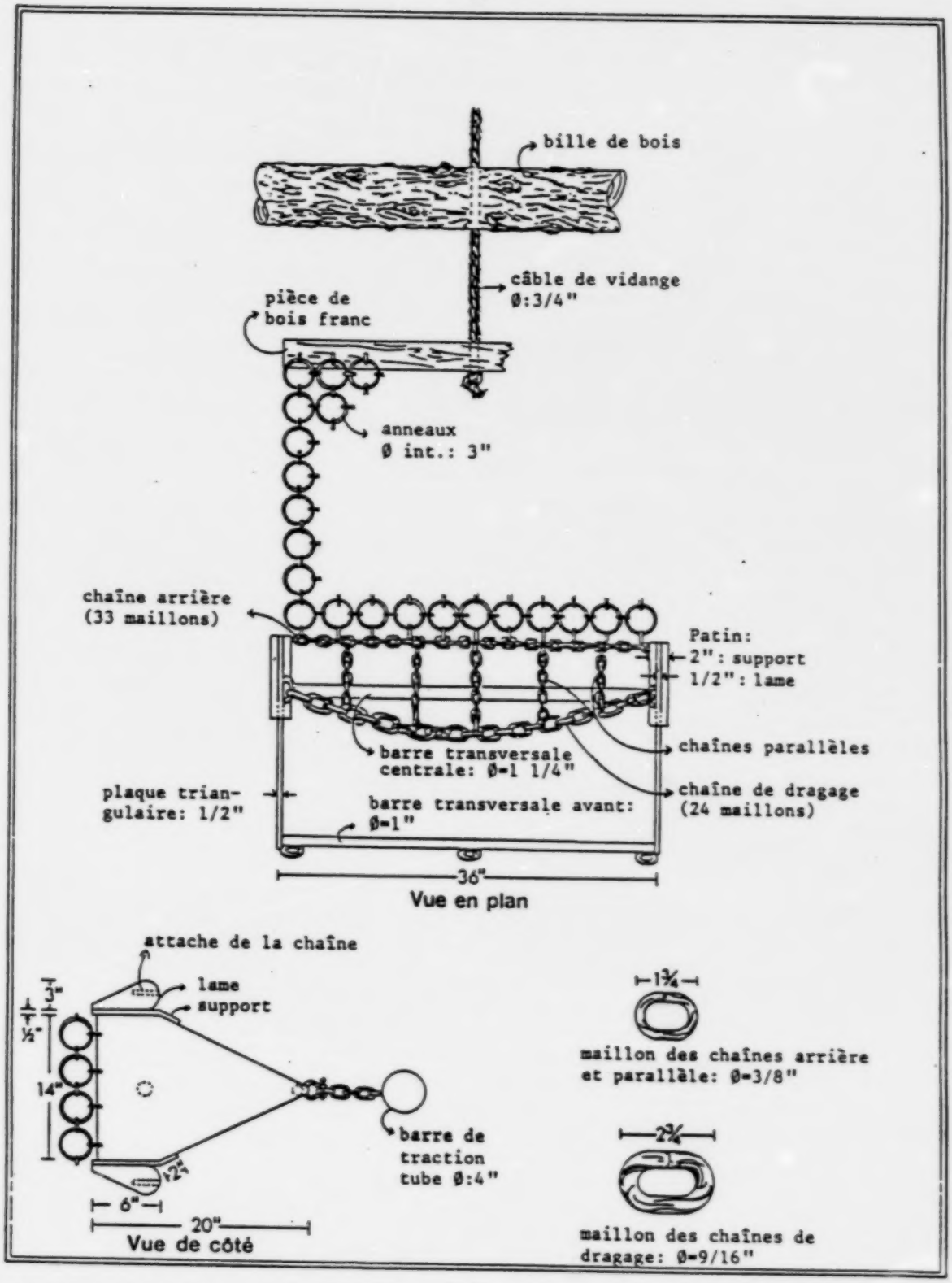


Figure 2: Plan du prototype initial (C1A) de la drague Cayenne.

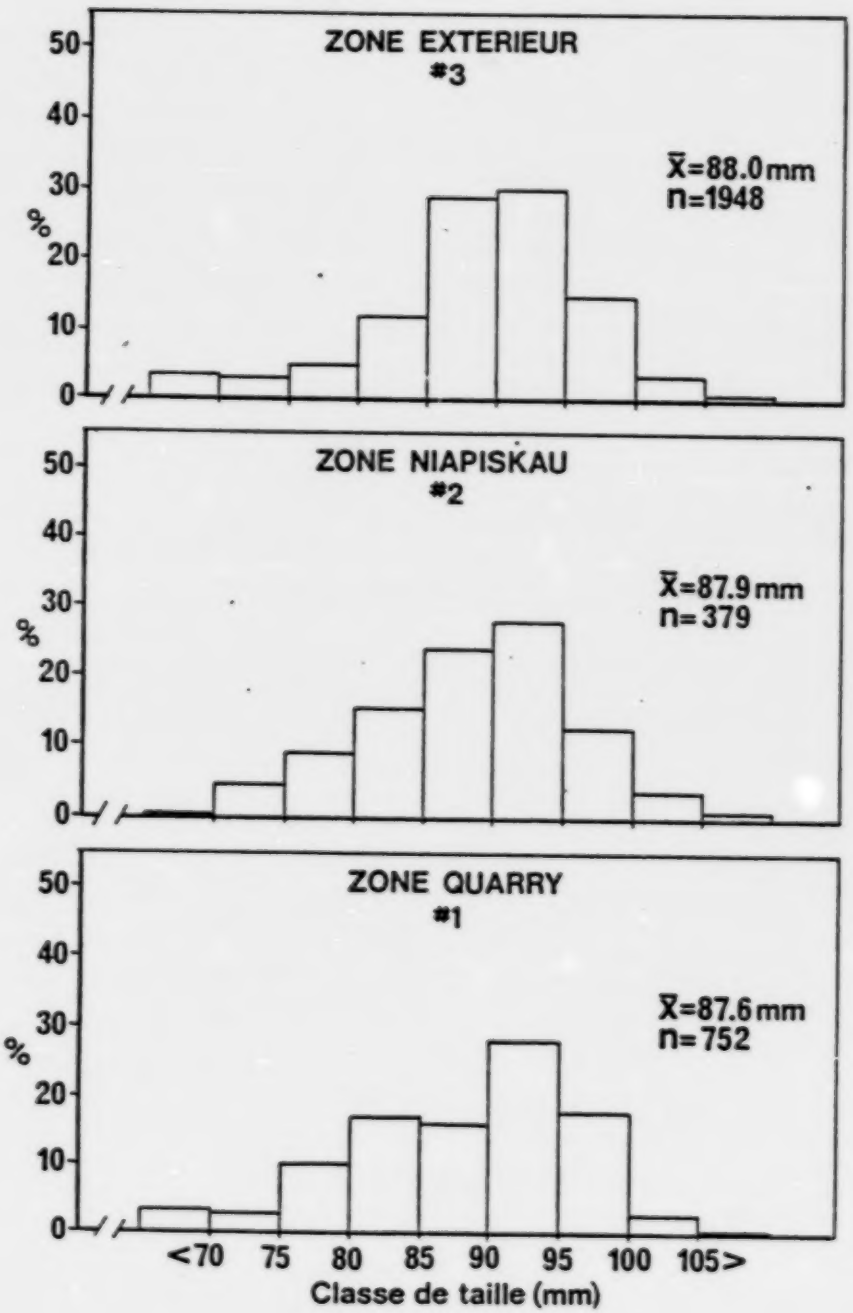


Figure 3: Histogrammes de fréquence de taille du pétoncle d'Islande capturé dans les trois zones (données des deux types de dragues combinées).

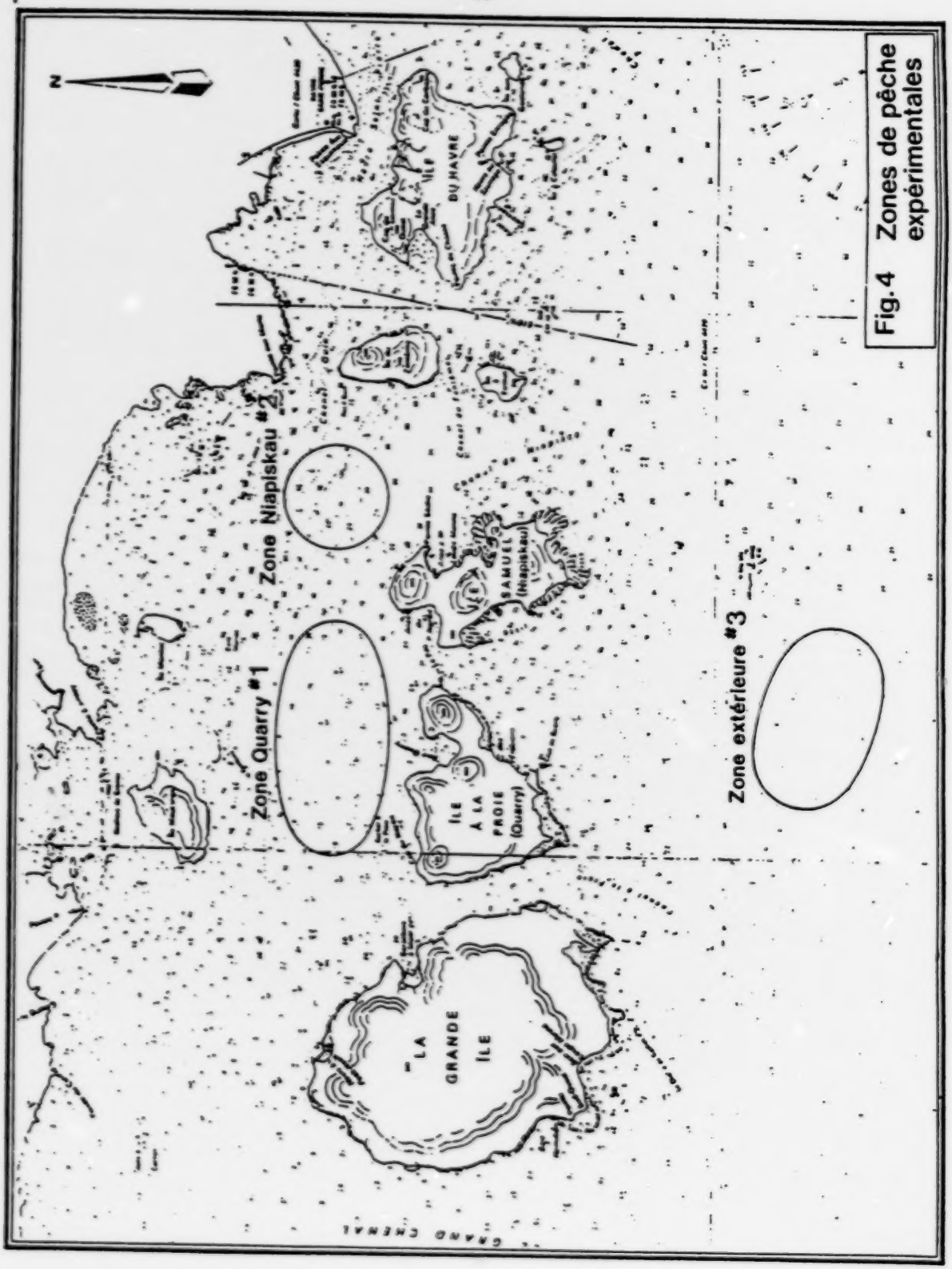
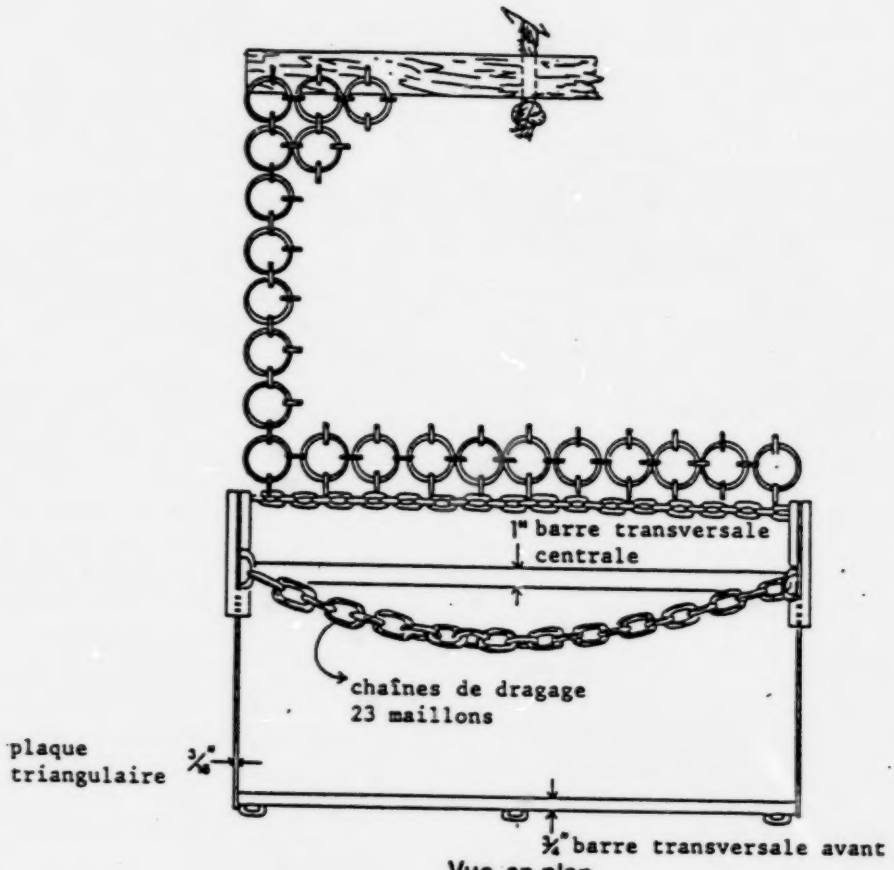
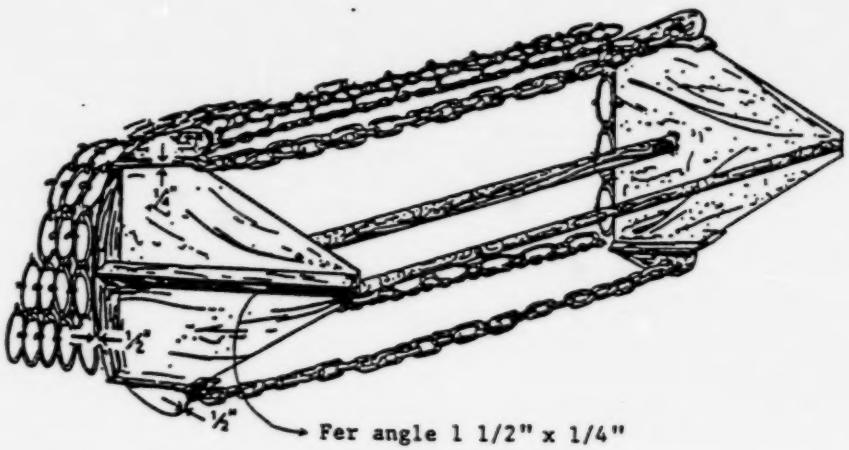


Figure 4: Localisation des zones de pêche expérimentale.



Vue en plan



Vue de profil

Figure 5: Plan de la drague Cayenne légère (C2B).

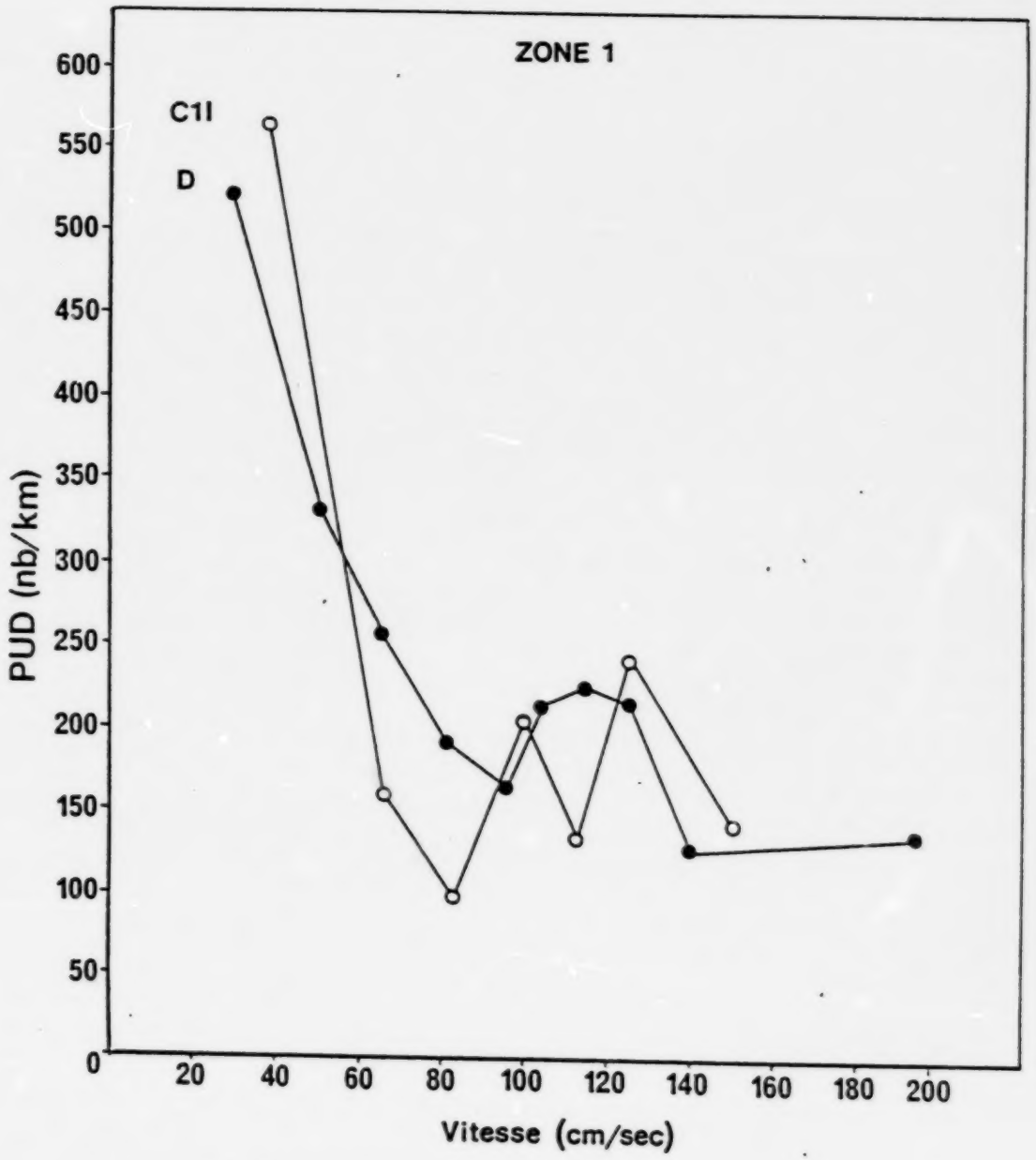


Figure 6: Évolution du nombre de pétoncles d'Islande capturés par km dragué (PUD) en fonction de la vitesse de la drague Cayenne (C1I) et de la drague Digby (D) dans la zone 1.

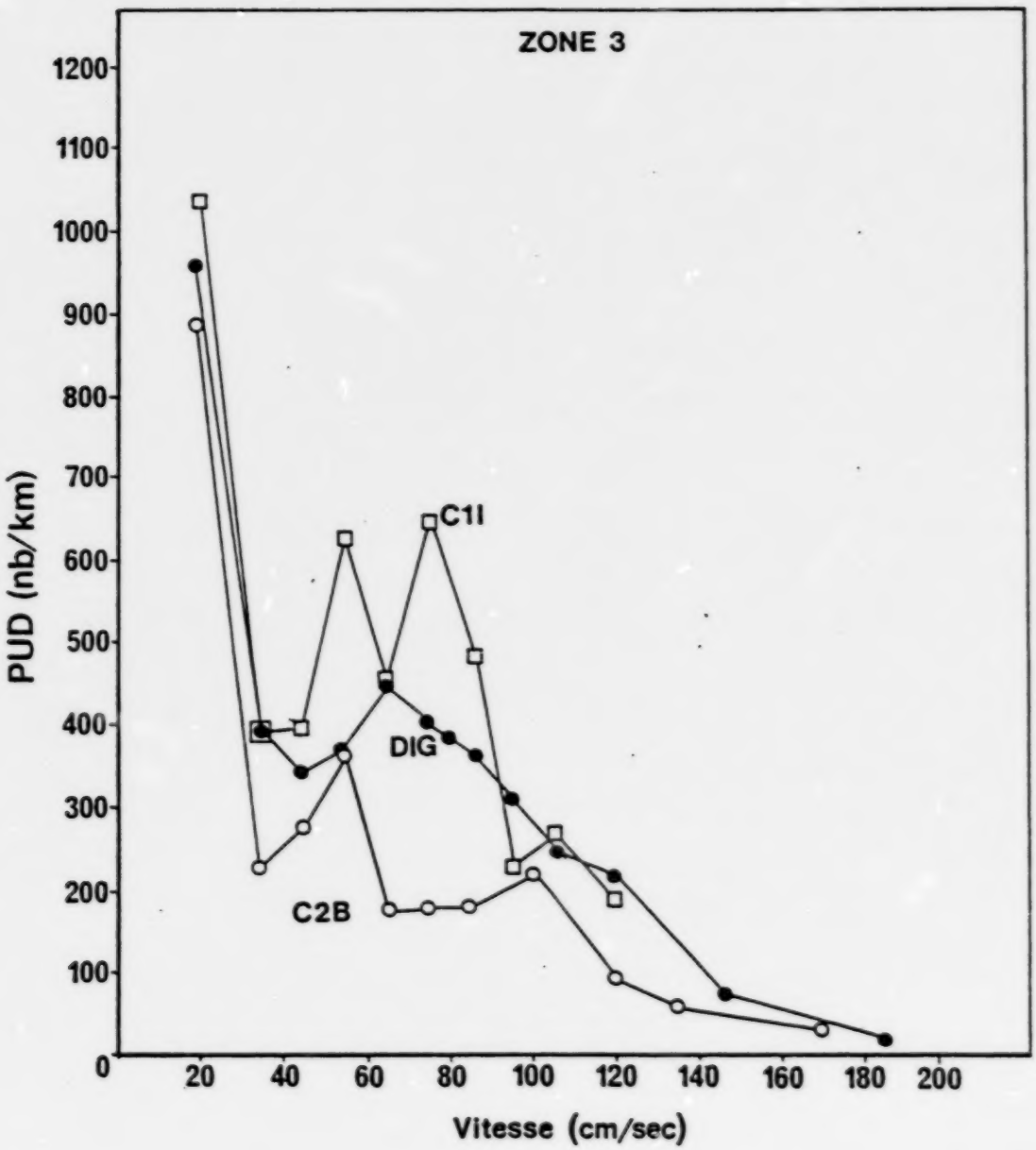


Figure 7: Évolution du nombre de pétoncles d'Islande capturés par km drague (PUD) en fonction de la vitesse de la petite (C2B) et de la grosse (C1I) drague cayenne et de la drague Digby (D) dans la zone 3.

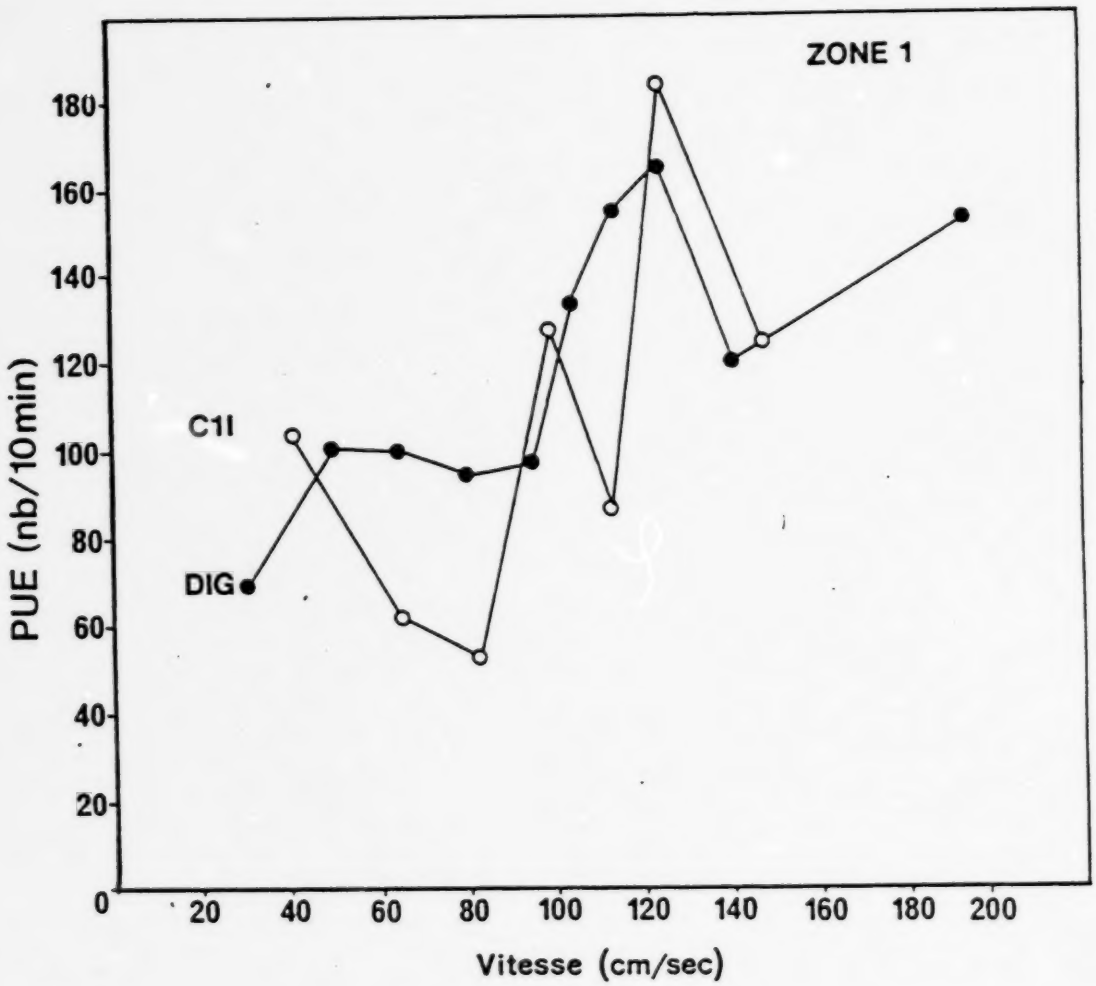


Figure 8: Évolution du nombre de pétoncles d'Islande capturés par 10 min de dragage (PUE) en fonction de la vitesse de la grosse drague Cayenne (C1I) et de la drague Digby (D) dans la zone 1.

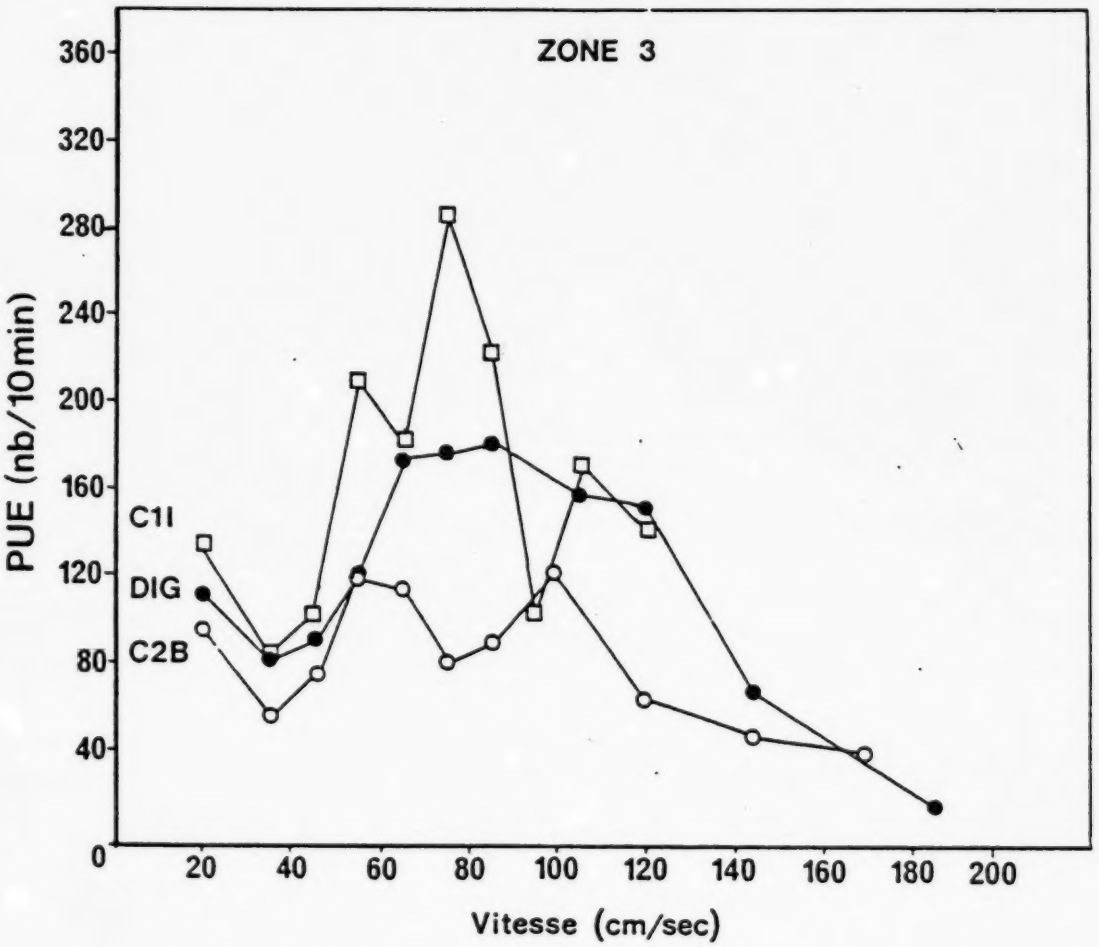


Figure 9: Évolution du nombre de pétoncles d'Islande capturés par 10 min de dragage (PUE) en fonction de la vitesse de la petite (C2B) et de la grosse (C1I) drague Cayenne et de la drague Digby (D) dans la zone 3.

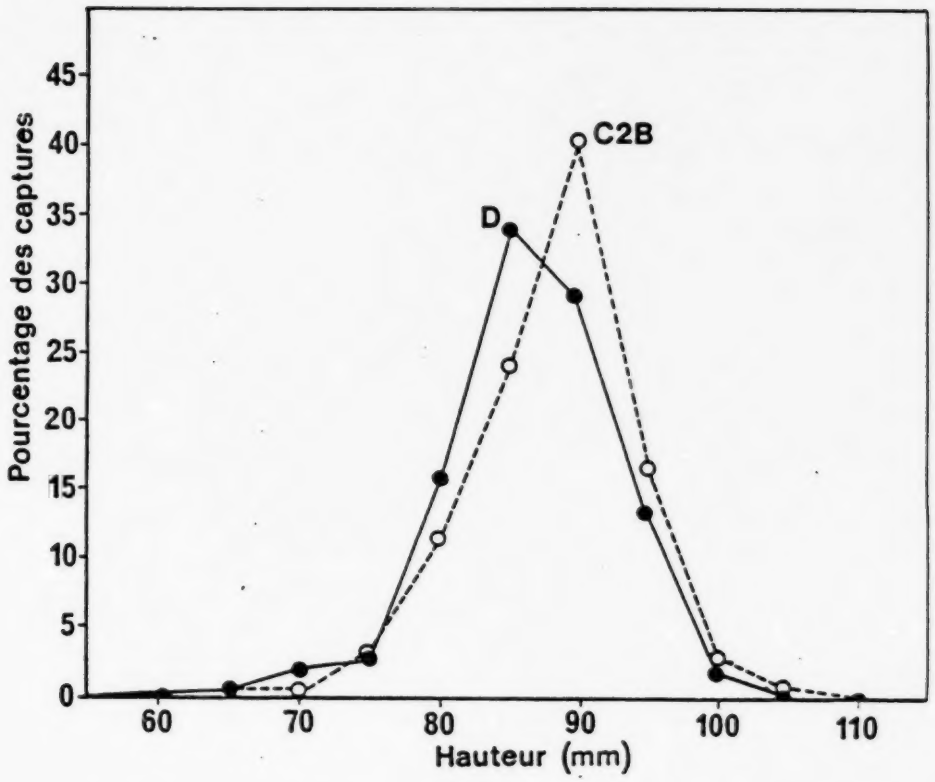


Figure 10: Histogramme de fréquence de la taille des pétoncles d'Islande capturés par la petite drague Cayenne (C2B) et de la drague Digby (D) dans la zone 3.

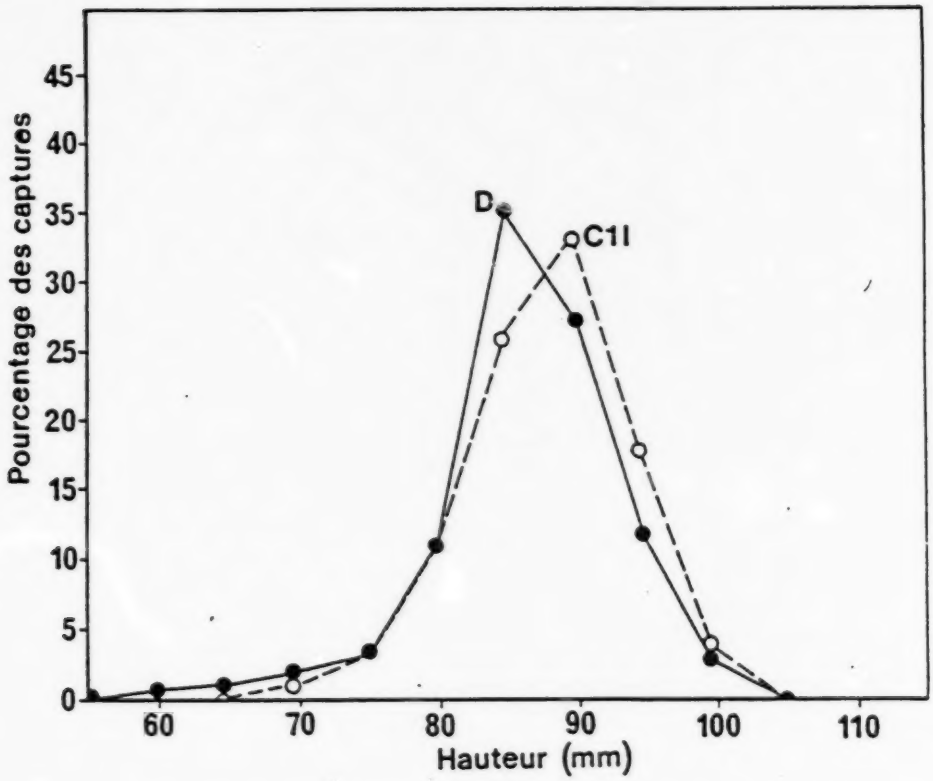


Figure 11: Histogramme de fréquence de la taille des pétoncles d'Islande capturés par la grosse drague Cayenne (ClI) et de la drague Digby (D) dans la zone 3 excluant les échantillons provenant du nord de cette zone.

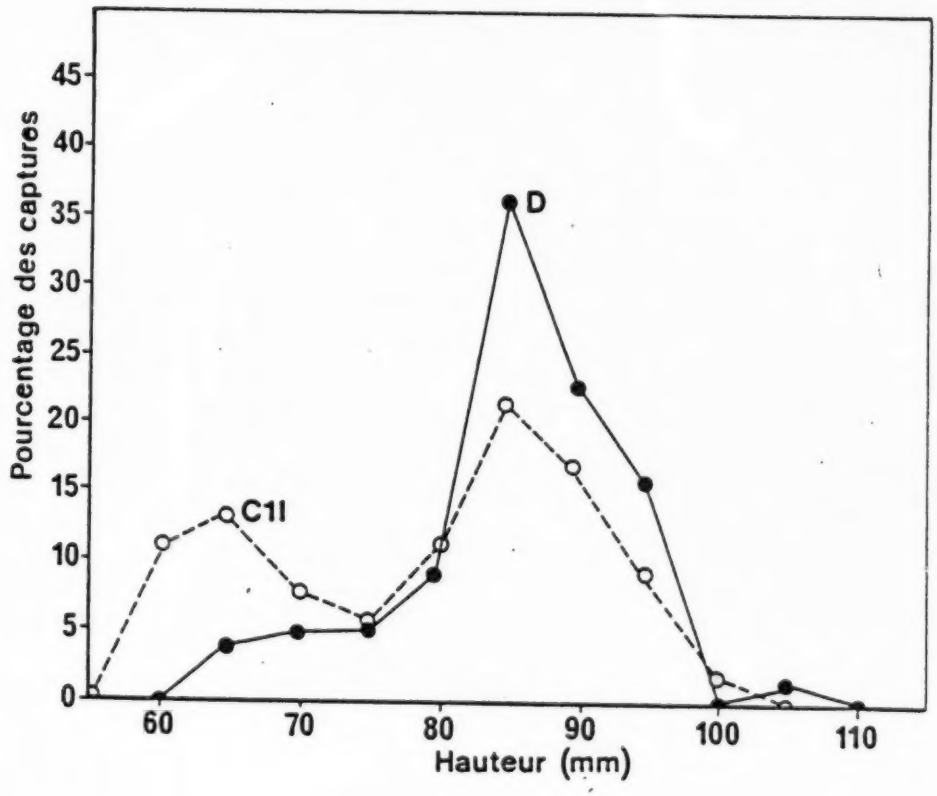


Figure 12: Histogramme de fréquence de la taille des pétoncles d'Islande capturés par la grosse drague Cayenne (C1I) et de la drague Digby (D) dans la partie nord de la zone 3.

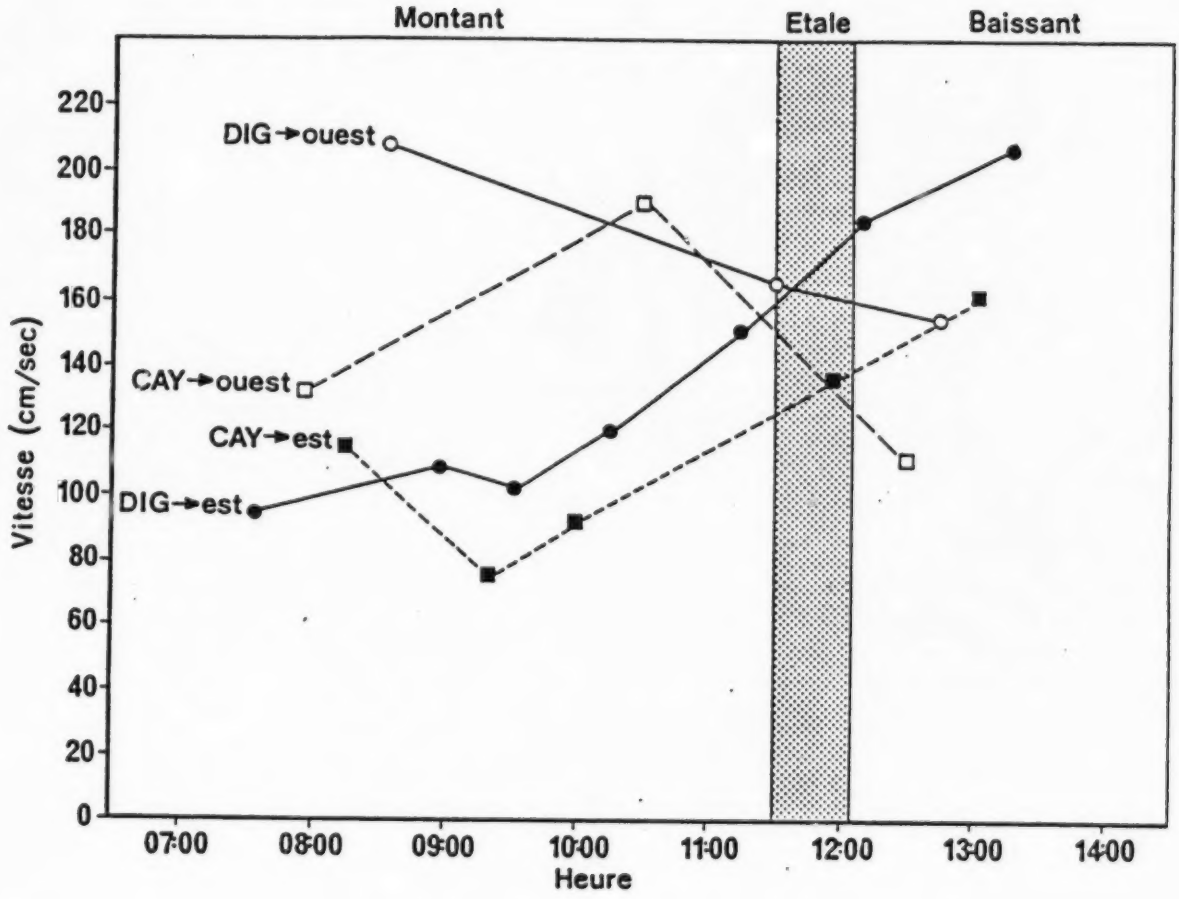


Figure 13: Évolution de la vitesse de la petite drague Cayenne (C2B) et de la drague Digby (D) en fonction de l'état de la marée lorsque le navire avance à révolution constante du moteur (11,000 à 12,000 rpm) en direction ouest (→ ouest) et en direction est (← est) dans la zone 3.

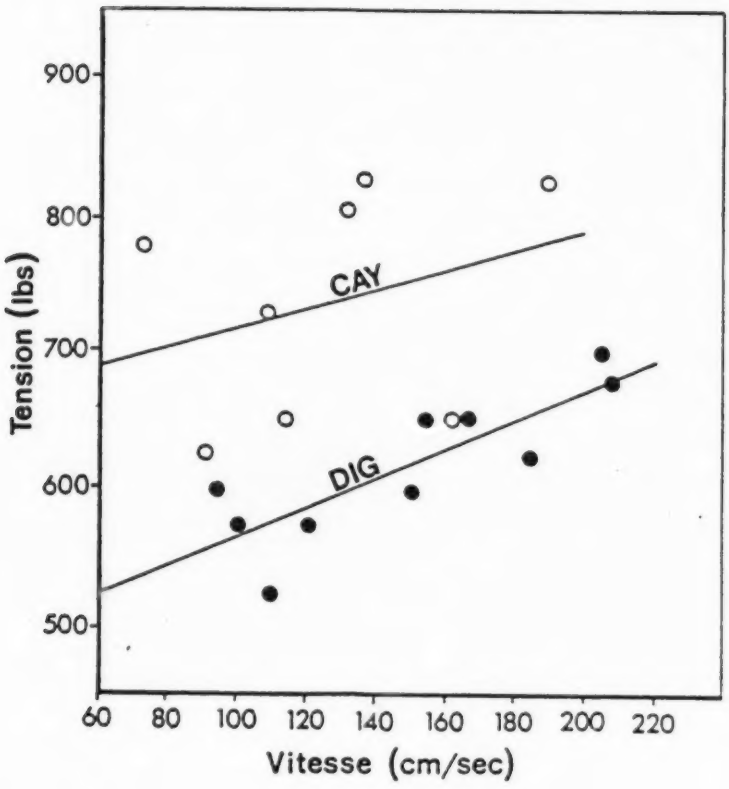


Figure 14: Relation entre la tension dans le câble de traction et la vitesse des dragues Cayenne (C2B) et Digby (D) lorsque le navire avance à révolution constante du moteur (11,000 à 12,000 rpm) dans la zone 3.

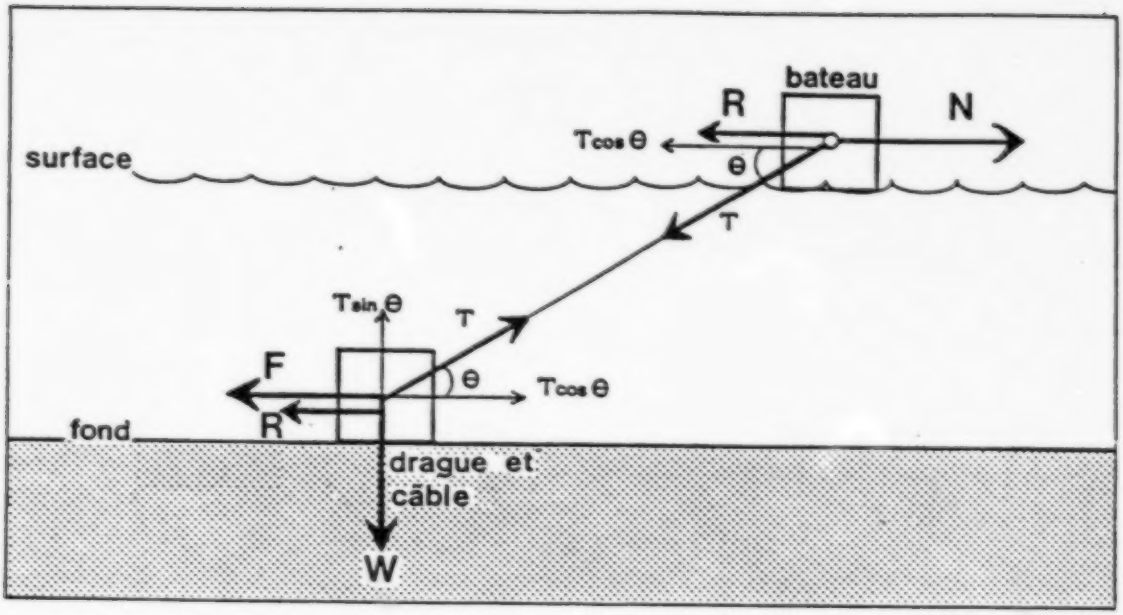


Figure 15: Schéma des forces en jeu sur le bateau et sur la drague.